II. CHIRURGISCHE KLINIK IN BERLIN

SPORT UND KONSTITUTION

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DER
MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE
AN DER
FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT
ZU BERLIN
VORGELEGT VON

RUDOLF LESKOVAR
AUS LJUBLJANA, JUGOSLAVIEN

TAG DER PROMOTION: 10. April 1933

286

GEDRUCKT MIT GENEHMIGUNG
DER
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT BERLIN

DEKAN: PROF. GOCHT

REFERENT: PROF. BAETZNER

KORREFERENT: GEH.-RAT PROF. SAUERBRUCH

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

TISKARNA SV. CIRILA V MARIBORU, 110-33

I. Allgemeines über die Konstitution.

Die moderne Vererbungswissenschaft lehrt, dass die gesamte Entwicklungsmöglichkeit eines Organismus in der vereinigten Ei- und Samenzelle vorhanden ist. Das Korrelat dieser Entwicklungsmöglichkeit ist in ihren Elementen, den Genen (Erbfaktoren, Determinanten), irgendwie an die Chromosomen des Zellkernes gebunden. Das beweisen vergleichende Studien der Zellmorphologie mit der Auswirkung der Mendel'schen Vererbungsgesetze.

Mendel schuf sich durch jahrelange Züchtung von Pflanzen, die er durch Selbstbestäubung vermehrte, ein reines Ausgangsmaterial mehrerer völlig reiner Rassen, deren jede für sich durch Kreuzung oder Selbstbestäubung immer wieder Nachkommen mit denselben morphologischen Eigenschaften hervorbrachte. Auf Grund der Resultate der Kreuzungen zweier reiner Rassen, deren Filiargeneration$_1$ untereinander, der nächstfolgenden Filiargeneration$_2$ usw. konnte Mendel eine Erklärung für die Gesetzmässigkeiten bei den Vererbungsvorgängen in seinen drei Sätzen geben.

Der erste Satz ist die Uniformitätsregel: Die Kreuzung zweier reiner, aber in einer Eigenschaft verschieden beschaffener Rassen, führt zu einer Filiargeneration$_1$, die in Bezug auf diese Eigenschaft einheitlich ist. Diese Eigenschaft kann mit jener des einen der Eltern gleich sein: sie ist »dominant« im Gegensatz zur »rezessiven«, also nicht zum Vorschein kommenden entsprechenden Eigenschaft des andern der Eltern. Diese einheitliche Eigenschaft der F_1-Generation kann aber auch eine Mittelstellung der diesbezüglichen morphologischen Eigenschaft der Eltern einnehmen, oder sie zeigt eine »neue Eigenschaft«.

Der zweite Mendel'sche Satz ist die Spaltungsregel: Bei der Kreuzung der F_1-Generation untereinander werden bei jedem F_1-Individuum die in ihm vereinigten elterlichen Anlagen gespalten, und zwar so, dass in jedem Spaltprodukt die ganze, reine Anlage nur des einen oder nur des anderen der Eltern vorhanden ist. Bezeichnen wir die dominantne Eigenschaft des einen der Eltern mit AA, die entsprechende »rezessive« des anderen der Eltern mit aa, so war die Zusammensetzung der F_1-Generation Aa. — Bei der Kreuzung der F_1-Generation untereinander spaltet sich das A vom a, die Paarung der gespaltenen Eigenschaften ergibt folgende Möglichkeiten: AA, Aa, aA, aa. Ein Viertel der F_2-Generation erweist sich somit als vollkommen gleich dem einen der Eltern = AA, das zweite Viertel dem anderen der Eltern = aa, die Hälfte hat dieselbe Eigenschaftszusammensetzung wie die F_1-Generation.

Der dritte Mendel'sche Satz ist die Unabhängigkeitsregel: sie besagt, dass sich verschiedene Eigenschaften, bzw. Merkmale unabhängig voneinander spalten und kombinieren können.

Mendel schloss daraus, dass die Summe der einzelnen Merkmale, bzw. morphologischen Eigenschaften nicht als Ganzes, sondern in Stücken

weitervererbt wird und schon er erkannte, dass die Zahl solcher Erbeinheiten gar nicht sehr gross ist (H. Reichel).

Durch die Neubelebung der Mendelforschung und das Hinzutreten der mikroskopischen Zellforschung gelang es insbesondere Morgan und seiner Schule zu beweisen, dass die Zahl der unabhängigen Mendeleinheiten mindest zumeist mit der der Chromosomen übereinstimmt (Reichel).

Überaus bedeutungsvoll für die Vererbungsforschung erwiesen sich Morgans Studien an der Bananenfliege (Drosophila melanogaster). Letztere ist leicht und rasch züchtbar und da die Zellen nur vier Chromosomenpaare aufweisen, konnte Morgan die Zahl der mendelnden erblichen Anlagen bestimmen; letztere liessen sich auch tatsächlich in bloss vier voneinander unabhängige Gruppen sondern. Da im allgemeinen die in einer solchen Gruppe zusammengehenden Merkmale entweder gemeinsam oder überhaupt nicht vererbt wurden, so konnten auch weitgehende Untersuchungen sowohl über die gegenseitige Beeinflussbarkeit, wie über die Wertigkeit einzelner mendelnder Erbanlagen für die morphologische Gestaltung der Fliege gemacht werden. Wir wollen einige Ergebnisse anführen, da sie einen Einblick in das komplizierte Zusammenspiel von Faktoren, die sich als morphologisches Merkmal äussern, ermöglichen.

Morgan fand, dass verschiedene gleiche oder fast gleiche Abnormitäten in der Erscheinungsform der Fliege durch Gene bedingt sind, die Relation zu verschiedenen Chromosomen haben. Dasselbe morphologische Merkmal eines Organismus kann durch verschiedene Erbfaktoren verursacht sein, andererseits kann ein Gen verschiedene Merkmale bedingen (Johannsen).

Besonders schön zeigt sich der Zusammenhang eines morphologischen Merkmales mit dem Chromosomenbefund bei der Geschlechtsbestimmung verschiedener zweigeschlechtlich sich fortpflanzender Tier- und Pflanzenarten. Das eine Geschlecht zeigt in vielen mikroskopisch genau erforschten Fällen eine Abweichung des einen Chromosomenpaares, indem der eine Paarling kleiner oder überhaupt nicht vorhanden ist. Die Vererbung des Geschlechtes kann also als Kreuzung eines in Bezug auf die Geschlechtsmerkmale heterozygoten (das eine Geschlecht) mit einem homozygoten (das andere Geschlecht) Individuum aufgefasst werden. Dadurch wird auch erklärlich, dass die beiden Geschlechter sich zahlenmässig die Waage halten; die erwähnte Kreuzung ergibt, wenn man das heterozygote Geschlecht mit xy (ungleich geformtes Geschlechts-Chromosomenpaar), das homozygote mit xx (gleich geformtes Geschlechts-Chromosomenpaar) bezeichnet, zur Hälfte xy- und zur Hälfte xx-Individuen.

Der Zusammenhang zwischen Geschlechts-Chromosomen und der Gestaltungsform kommt klar zum Ausdruck bei »Aberrationen«, die von Zeit zur Zeit bei der Bananenfliege auftreten, und die auf fehlerhafter Zellteilung beruhen. Morphologisch ist das Männchen vom Weibchen in Bezug auf Grösse, Kopf und Flügel deutlich verschieden. Treten diesbezügliche Aberrationen auf, so entstehen Individuen, die oft halbseitig männlichen, halbseitig weiblichen Typus zeigen und so vollkommen unsymmetrisch sind; oft wieder weisen sie nur einzelne Körperteile vom anderen Geschlechtstypus auf. Die Zelluntersuchung dieser geschlechtsmorphologisch anderen Teile ergibt, dass in diesem Teil auch der Geschlechts-Chromosomenbefund dementsprechend spezifisch ist. Wir wollen aber später noch darauf eingehen, dass dieser einfache, ursächliche, qualitative und quantita-

tive Zusammenhang zwischen Geschlechtsmerkmalen und Chromosomenbefund nicht für alle Tierarten, auch für den Menschen nicht zutrifft.

Im Folgenden seien verschiedene Faktoren hervorgehoben, die zur Bildung von Varietäten führen. Von dem Begriff der Variation ist jener der Varietät zu trennen (Naegeli).

Absolut sicher homozygote Individuen mit ihren bestimmten morphologischen Eingenschaften variieren oft nicht unerheblich untereinander, noch deutlicher tritt dies zum Vorschein, wenn die Lebensbedingungen oder — mit Johannsen — die »Lebenslage« verändert wird. Es tritt also mit der Lebenslage ein neuer Faktor zu dem Entwicklungsgeschehen des Individuums, der es so verändern kann, dass das in veränderter Lebenslage befindliche Individuum selbst als eine andere Art erscheinen kann (Klima, Ernährungsverhältnisse usw.). Man nennt diese Reaktion auf äussere Einflüsse Modifikation; sie ist reversibel, als Teil der Variabilität der Lebewesen.

Eine der Hauptursachen, die zur grossen Buntheit der Lebewesen beiträgt, und auch beim Menschen eine entscheidende Rolle spielt, ist die Variation durch Neukombination. Fast alle Individuen sind in Bezug auf die meisten »Merkmale« heterozygot! Es ist noch nicht sicher festgestellt, wieviele Chromosomen die menschliche Zelle hat, die Angaben schwanken zwischen 12—24 Paaren. Wollten wir in Analogie zu dem Befunde an der Bananenfliege für den Menschen 12 Gruppen voneinander unabhängiger Erbeinheiten annehmen, so würde nach Reichelt jedes Elternpaar 16,777.216 verschieden veranlagte Kinder zu zeugen vermögen. Dass in Wirklichkeit beim Menschen die Vererbungsvorgänge meist in viel geringerem Ausmasse zu Variationen führen, zeigt die oft anzutreffende Ähnlichkeit zwischen Eltern und Kindern, zwischen Geschwistern. Trotzdem entsteht eine immense Zahl von Neukombinationen, und erst Selektionsvorgänge sind es, welche diese Zahl einschränken, nur bestimmte Gruppen von ähnlichen Individuen in der Entwicklung unterstützen, im äussersten Falle und letzter Folgerung zu den reinen Rassen führen.

Eine andere Variabilitätsmöglichkeit ist die Mutation: plötzlich und sprunghaft, ohne äussere Ursachen, tritt ein neues Merkmal auf, das nun dauernd vererbt wird. Ein schönes Beispiel führt Nägeli an: das im Jahre 1190 historisch nachweisbare Auftreten der Blutbuche im Stammberg bei Buch im Kanton Zürich. Seither ist die Blutbuche weit verbreitet und bleibt Blutbuche. Die Mutationsgründe sind unbekannt; sehr oft handelt es sich um Verlustmutanten (z. B. beim Menschen Brachy- und Hyperdaktilie, Hernien, Hackenzehen, Alkaptonurie, Plattfuss und Klumpfuss usw.). Doch gibt es ebenso Plusmutanten und »es handelt sich bei den Mutanten um ein allos, um etwas Neues, anderes, nicht um minus« (Nägeli).

Die Keimesinduktion stellt ein sehr wichtiges, wenn auch noch in aller Reichweite nicht geklärtes Kapitel der Erbforschung dar. Das Wesen des Begriffes besteht darin, dass durch äussere Ursachen bewirkt (im Gegensatz zu den spontan auftretenden Mutationen!) Aberrationen auftreten, die aber vererbbar sind! Das zeigte Fischer an Schmetterlingsarten durch Kältebeeinflussung, wodurch nordische Spielarten entstanden, die aber schon in der dritten Generation atypischer wurden, um später überhaupt zur Ausgangsform zurückzukehren. Keimesinduktion in Form von Keimschädigungen gibt es auch beim Menschen: Strahlenschädigungen, verschiedene Gifte, Blei, Alkohol usw.

Schon auf Grund dieser kurzen Übersicht kommen wir zu der Schlussfolgerung, dass ein grosser Teil der Eigenschaften eines Individuums durch die mendelnden Erbfaktoren ererbt ist, dass aber auch die Umwelt auf das Individuum einen ändernden Einfluss ausübt.

Eine klare Bewertung der Rollen, die diese beiden Faktoren beim Zustandekommen der äusseren Erscheinung eines Individuums spielen, gibt Johannsen:

»Mit gegebenem Genotypus ist dem befruchteten Ei seine Reaktionsnorm, die Gesamtheit seiner Entwicklungsmöglichkeiten, gegeben. Was nun von diesen Möglichkeiten verwirklicht werden soll, ist von der Lebenslage, bzw. von den verschiedenen Faktoren der Lebenslage abhängig. Das Resultat von diesem Zusammenspiel des Genotypus mit der Lebenslage ist die ganze Erscheinung des betreffenden Individuums, seine persönliche, körperliche und psychische Beschaffenheit, kurz gesagt, sein Phaenotypus (Erscheinungsgepräge).«

In enger Anlehnung an diese Definition von Johannsen formuliert mit Tandler auch J. Bauer den Konstitutionsbegriff:

»Den gesamten Komplex von Erbanlagen, der die Zugehörigkeit des werdenden Individuums zu seiner Spezies, Rasse, Familie, sowie zu seinem Sexus bestimmt und bei der ungeheuren Mannigfaltigkeit und praktisch absoluten Originalität der Erbanlagenmischung den Grundstock der persönlichen Individualität ausmacht, bezeichnen wir als Konstitution.« Davon unterscheidet er: »Den zweiten Teil der Körperverfassung, die durch die Einwirkungen der Umwelt (der sogen. Peristase) und den Einfluss funktioneller Anpassungen entstandenen Abänderungen und Abweichungen von dem anlagegemässen Entwicklungsablauf und der anlagegemässen morphologischen und funktionellen Beschaffenheit des Organismus nennen wir Kondition«. »Beide zusammen bedingen, wie gesagt, die veränderliche und jeweilige wechselnde individuelle Körperverfassung, welche die Grundlage der Disposition zu verschiedenen Erkrankungen darstellt.«

Zweifellos hält sich diese Definition klar und streng an die Begriffe und Forschungsergebnisse der modernen Vererbungswissenschaft, sie ist dadurch die »ideale« Definition. Eine grosse Gruppe der Forscher fasst aber, meist aus praktischen klinischen Gründen, die Konstitution als eine variable Grösse auf, da ja Konstitution und Kondition keine einfache Summe, sondern — nach Rössle's Ausdrucksweise — eine Amalgamierung bilden.

Für den Kliniker tritt oft eine durch die Kondition bedingte Umänderung des Organismus so in den Vordergrund, die konditionellen Einflüsse bewirken oft eine so typische Änderung der Reaktionsart des Individuums, dass die Bedeutung des Konstitutionellen im Vergleiche zum Konditionellen weit in den Hintergrund treten kann. Als Beispiel führen wir die Tatsache an, dass Kinder, welche soeben Masern durchgemacht haben, oft für Tuberkulose besonders ansprechbar sind. Dass sich ihr ganzes »Sein« geändert hat durch die »Lebenslage«-Krankheit, also durch ein konditionelles Moment, geht hervor aus der Erfahrung, dass Kinder, die unter denselben Verhältnissen leben, aber durch Masern nicht »umgeändert« werden, auf Tuberkulose nicht so ansprechbar sind. Es muss also im Organismus eine wesentliche Änderung stattgefunden haben. Sobald aber das Wesen dieser Modifikation des Organismus durch die Masernkrankheit-Lebenslage geklärt sein wird — was wir uns theoretisch vorstellen können, indem wir z. B. annehmen, dass Masern eine chemisch-physikalisch-kolloidale Zustandsänderung der Zellen herbeiführen, und

dass darum diese Zellen, mit der Zelle des Tbc-Bazillus in physikalisch-chemisch-kolloidale Wechselwirkung tretend, unterliegen müssen — sobald man für die durch konditionelle Einflüsse bewirkten Veränderungen einen klaren Masstab haben wird, sobald der Mechanismus dieser Änderungen übersichtlicher wird, wird auch die Möglichkeit einer schärferen Trennung des konditionell Bedingten vom Konstitutionellen möglich sein.

Ein weiteres Beispiel kann vielleicht noch treffender zeigen, wie weitgehend der Begriff der genotypischen Konstitution in seiner Bedeutung dem des Konditionellen, Erworbenen, weichen muss. Nach Iwanowski sind während der Hungersnot in Russland grossrussische Männer durchschnittlich um 47 mm, die Frauen um 35 mm im Wachstum zurückgeblieben; darunter sind geistige Arbeiter mehr verkürzt als Handarbeiter, Blonde mehr als Dunkle. Wir können diese Feststellung in Analogie bringen zu jenen durch Umweltsbedingungen, wie Bodenverhältnisse, Wasser usw. bei Pflanzen hervorgerufenen Veränderungen. Die Bedeutung dieser Auswirkung der konditionellen Einflüsse einer ungenügenden Ernährung für das Individuum ist relativ gering, wie auch Rössle an Jenaer Schulkindern zeigen konnte, dass das Versäumte durch günstige Gestaltung der Ernährungsverhältnisse schnell nachgeholt wird.

Wie ändert sich aber praktisch das Verhältnis der Bedeutung der Konstitution zu jener der Kondition, sobald dieselbe Lebenslage z. B. eine Hungerosteopathie bei einzelnen dieser Menschen hervorruft oder wenn im Rahmen derselben veränderten Lebenslage, der Hungersnot, bei einem anderen Individuum noch ein qualitativer Hunger dazutritt in Form einer Avitaminose, z. B. der Rachitis. — Wie ganz anders wirkt sich diese »lebenslänglich« bedingte Krankheit für das gesamte weitere Geschehen dieses Phaenotypus aus! Die inneren Organe sind im kyphotischen Thorax aneinandergepresst, es ist ein dauernder, die Reaktionsweise des Individuums absolut verändernder Faktor hinzugetreten; wie unwichtig ist im Vergleich dazu jene übrige »Gesamtheit der Reaktionsmöglichkeiten des Genotypus« (Johannsen).

Brugsch's Definition der Konstitution lässt die scharfe Trennung der Kondition von der Konstitution fallen: »Die Person in ihrem äusseren Habitus, ihrer gesamten Struktur, in ihrer Organisation, in ihrer psychophysischen Neutralität mit ihrer gesamten Reaktionsnorm gegen die Umwelt mit allen periodischen und nicht periodischen Schwankungen repräsentiert das, was als Konstitution bezeichnet werden muss. Damit wird der Konstitutionsbegriff eigentlich völlig überflüssig und kann durchaus und besser, weil nicht missverständlich, durch den Personalbegriff ersetzt werden.«

R. Rössle bringt die Konstitution in engste Beziehung mit der Reaktionsform: »Wir verstehen unter Konstitution die jeweilige aus angeborenen und erworbenen Elementen zusammengesetzte Verfassung des Körpers und seiner Teile, kenntlich an der Art, wie er oder sie auf Umweltreize antworten.«

— — —

Wie unübersichtlich die Unterscheidbarkeit des genotypisch konstitutionell Bedingten vom Phaenotypischen sich gestaltet, kommt besonders bei der Betrachtung der Einflüsse der Hormone und des Nervensystems auf die gesamte körperliche und seelische Gestaltung des Menschen zur Geltung. Durch die den Hormonen, bzw. dem Nervensystem eigene Auto-

nomie — man stelle sich nur den Wirkungsbereich einzelner Blutdrüsen vor und die von ihnen hervorgerufenen Zustandsbilder, wie jene des Hyperthyreoidismus bis zum Basedow, des Hypothyreoidismus bis zum Kretinismus, der Akromegalie und der Distrophia adiposogenitelis, der Eunuchoiden und Pluriglandulär Insuffitienten — ist der ganze Körper, die ganze Persönlichkeit weitgehendst veränderbar. Und das nicht nur bis zur Zeit der Pubertät, sondern — wenn auch in teilweise geringerem Masse — zu jeder Zeit. Man denke an die Kachexia strumipriva, die von Sauerbruch geschilderten durch »schweres psychisches Trauma«, also auf nervösem Wege, im Kriege akut entstandenen Basedow-Fälle, oder an die mit der »physiologischen« Menopause auftretenden körperlichen und geistigen Veränderungen des Weibes.

Einen Einblick in den Mechanismus dieser Funktion der Blutdrüsen und deren Zusammenhang mit den mendelnden Erbfaktoren kann man gewinnen, wenn man die einzelnen Versuchsergebnisse, die zur Klärung der Frage der sexuellen Phaenotypik gemacht wurden, verfolgt.

Wir haben schon oben von den Zusammenhängen zwischen der Differenzierung der spezifisch geschlechtlichen Merkmale und den entsprechenden Geschlechts-Chromosomenbefund berichtet. Zu sehr interessanten und von dem vorher Gesagten abweichenden Ergebnissen kam Goldschmidt bei Kreuzungsversuchen mit verschiedenen Schwammspinnerrassen. Es entstanden konstant je nachdem, ob Männchen oder Weibchen verschiedener Rassen gewählt wurden, entweder normale Weibchen oder Männchen, oder Schmetterlinge, die konstant (je nach Wahl der Rassen) verschiedene Grade von Intersexualität aufwiesen. Es folgt aus diesen Ergebnissen, dass jedes Individuum alle für die Entwicklung der Geschlechtsmerkmale b e i d e r Geschlechter notwendigen Elemente besitzt. Diese Elemente wirken q u a n t i t a t i v; vereinigt sich also ein Spermatozoon mit bestimmter Quantität des einen Geschlechtselementes mit einem Ei, dessen korrespondierendes anderes Geschlechtselement nicht auf jenes des Spermatozoons abgestimmt ist, so wird das Gleichgewicht in bestimmter quantitativer Weise gestört. Je nach der Schwere dieser Störung kommt es zu verschiedenen Graden der Intersexualität. Bei Betrachtung der Organe eines intersexuellen Individuums fiel es Goldschmidt auf, dass jene Organe, die sich entwicklungsgeschichtlich früh entwickeln, eine für das ursprünglich angelegte Geschlecht charakteristische Form aufwiesen, während andere Organe, die sich erst später entwickeln, eine für jenes Geschlecht charakteristische Form aufweisen, in welches das Individuum umgeschlagen ist. Er konnte also feststellen, dass sich die Organe zuerst in der Richtung des ursprünglichen Geschlechtes entwickeln, um sich dann bei Überwiegen des anderen Geschlechtselementes in der anderen Richtung weiter zu differenzieren (oft sind beide Richtungen am selben Organ nachzuweisen). Je nachdem, wie der »Drehpunkt« zeitlich in der Entwicklung des Organismus zu liegen kommt, ist auch der Grad der Intersexualität bestimmt.

In der obigen Darlegung haben wir gesehen, wie beim Zustandekommen der geschlechtlichen Differenzierung eines Individuums die Geschlechtselemente von ausschlaggebender Bedeutung sind. Bezüglich der autonomen Wirkung der Geschlechtsdrüsen aber sind verschiedene Tierarten in zwei Gruppen zu teilen. Die erste Gruppe — hieher gehören vorwiegend die Insekten — bleibt, nachdem die geschlechtliche Differenzierung (oder auch Intersexualität) stattgefunden hat, unabhängig vom Vorhandensein oder Nichtvorhandensein der Geschlechtsdrüsen sexuell dif-

ferenziert. So hat Meisenheimer an der Raupe des Schwammspinners, die schon wohldifferenzierte Geschlechtsdrüsen besitzt, selbst aber noch nicht sekundäre Geschlechtsmerkmale aufweist, eine Kastration vorgenommen, und andersgeschlechtliche Keimdrüsen überpflanzt, was aber von keinem Einfluss war auf die weitere jeweilige morphologische geschlechtliche Differenzierung.

Anders verhält sich die zweite Gruppe: Vögel, Säugetiere und manche niederen Formen, wie die bekannten Versuche Steinachs und anderer Autoren gezeigt haben. »Grundsätzlich beweisen sie, dass die Determination der sexuellen Phaenotypik über ein besonderes Organ, bzw. Organsystem geleitet ist, von dessen Funktion ihr Auftreten, bzw. Umschlagen abhängt« (Cronfeld).

Cronfeld versuchte an einzelnen Beispielen aus der Tierwelt das Problem e p i g e n e r Geschlechtsbestimmung zu beleuchten. So zeigt sich bei vielen Medusen, dass der Stoffwechsel eine grosse Rolle bei der Bildung von Gonaden spielt. Bei Pelegia und Aurelia entstehen Magenschleimhauttaschen, auf deren Grunde sich Nährstofflösung aufhäuft, was eine überstürzte Zellvermehrung und K e i m l a g e r b i l d u n g hervorruft. Die Untersuchungen Balzers an Bonallia viridis zeigen, wie die Geschlechtsdifferenzierung auch der aus den Eiern hervorgegangenen L a r v e n abhängig ist durch den Faktor der Ernährung. Lässt man die Larven am langen Rüssel der Mutter parasitierend festsitzen, so entstehen Männchen (die Männchen sind winzig und parasitieren im Geschlechtskanal der Weibchen); hält man sie aber dieser Nahrungsquelle fern, so entstehen nach längerem Interferenzstadium Weibchen. Goldschmidt schränkt das Epigenetische der Geschlechtsbestimmung in diesem Falle ein, indem er dem Bonelia-Rüsselsekret eine hormonale Beeinflussung zuspricht.

Einen klaren Beweis für die Beeinflussung der epigenetischen Geschlechtsdifferenzierung durch den Stoffwechsel glaubt Cronfeld mit den von Bresslau, Dickel und Cuénot erfolgreich nachgeprüften Versuchen von Bienenzüchtern, die die Entwicklung von Drohnen aus befruchteten Eiern ergeben (obwohl ja Drohnen parthogenetisch entstehen), zu erbringen: in einem Stock einer schwarzen Bienenrasse wird die Königin entfernt und alle Drohnenlarven werden getötet. In deren Zellen werden Arbeiterinnenlarven einer gelben Rasse übertragen. Dann wird der Stock geschlossen. Und nun entstehen gelbe Drohnen, mindest vereinzelt. »Hier also gibt die Beschaffenheit des Futterbreies einen epigenetischen Faktor von geschlechtsbestimmender Kraft ab«, »die fütternden Arbeiterinnen bestimmen gleichsam durch die Qualität der Ernährung was aus einem befruchtene Ei hervorgeht: ob ein Weibchen, ob ein Neutrum, oder ob — in Ausnahmefällen — ein Männchen entsteht. Ein epigenetischer Faktor entscheidet hier die Sexualität; nicht die Mendelspaltung (die bei der Geschlechtsbestimmung der Bienen gar nicht anwendbar ist), und nicht die Chromosomendifferenz der beiden Geschlechtszellen (die nicht besteht).« Auf Grund dieser und ähnlicher Erwägungen kommt auch Cronfeld zu einer breiteren Auffassung des Konstitutionbegriffes:

»Die begriffliche Gleichsetzung von Konstitution und Erbkonstitution ist zu eng. Der Konstitutionsbegriff muss die epigenetischen potentiellen und realisierenden Bedingungen der geschlechtlichen Differenzierung in sich aufnehmen. Die hormonische Geschlechtsbestimmung ist von der zygotischen losgelöst zu betrachten.«

So kommen wir, wie wir an der Untersuchung des phaenotypisch klaren, markanten Merkmales der primären und sekundären Geschlechts-

charakteristika bei verschiedenen Tierarten sahen, sofort zu einem viel komplizierterem Befund, als es der einfache an der Aberration der Bananenfliege mit Chromosomen-Korrelaten der jeweilig sexuell-morphologisch verschieden differenzierten Fliegenteile war. Die Vorstellung eines starren, in den Determinanten fixierten, Morphologie und Funktion schon beinhaltenden Faktorenkomplexes berücksichtigt nicht das wesentliche epigenetische Geschehensprinzip.

»Die Forschungs-Ergebnisse der experimentellen Zoologie haben über den schematischen Erbmechanismus der mendelistischen Periode hinaus zu einer Auffassung geführt, welche der Weissmann'schen Determinantenlehre völlig entgegengesetzt ist. Die Aktivierung der Erbmasse geschieht nicht durch autonomen Zerfall in die Erbfaktoren, sondern unter weitgehendster Wirkung der Teile aufeinander, also epigenetisch« (Kaup). Auf diesem Moment basiert H. Günthers Definition der Konstitution: »Konstitution ist die Ordnung der den lebenden Organismus darstellenden und bestimmenden Summe der inneren Faktoren.«

Betrachten wir die Frage des Verhältnisses der Hormone zur Konstitution vom medizinisch-physiologischen Standpunkte. Die innersekretorischen Drüsen bilden einen Gleichgewichtszustand, jede Veränderung in der Funktion der einen innersekretorischen Drüsen bewirkt gewisse Änderungen der anderen. Sind diese Änderungen weitgehender, so bewirken sie auch eine weitgehendere Änderung des ganzen Organismus. Oft gelingt es, durch therapeutische Beeinflussung, meist in Form von entsprechenden Organ-Extrakten, die Wirkung eines »zu wenig« auszugleichen. Uns repräsentiert sich das Manko meist pathologisch-anatomisch als Insuffizienz, als pathologische Veränderung einer oder mehrerer bestimmter Drüsen, sei es in Form von direkten Erkrankungen, Entzündungen usw. (exogene Faktoren), oder in Form von Hypoplasien (endogene Faktoren), deren Äthiologie, teilweise auf Keimschädigungen (familiäres Auftreten der Distr. adiposogen.), Ernährungsstörungen, Hunger (Borchard) beruht oder auf Gower's Abiotrophie, worunter man eine gewisse konstitutionelle Lebensschwäche eines sonst normalen Organes versteht, bei der schon die physiologische Funktion eine Schädigung bedeutet.

J. Bauer erklärt die Störungen des innersekretorischen Gleichgewichtes durch ungenügende Funktion, bzw. frühzeitiges Versagen einzelner Drüsen und spricht im Sinne der Martius'schen Teilkonstitution, bzw. deren Anomalien vom Infantilismus partialis einerseits und von partieller heterochroner seniler Hyperinvolution anderseits.

Ein weitgehender und selbständiger Einfluss auf die Ausbildung eines Organes, also auch einer Blutdrüse, muss der konstitutionellen Eigenart des Gewebes selbst zugesprochen werden. Und so kann die Hypoplasie auch einer Blutdrüse auf Grund der von K. H. Bauer gezeigten Zusammenhänge von verschiedensten Organkonstitutions-Anomalien auf eine ererbte Minderwertigkeit der vom Mesenchym ausgehenden Gewebe, also auch auf eine Minderwertigkeit des zwischen dem Parenchym der Organe liegenden Stützgewebes, das sekundär das Parenchym in Mitleidenschaft ziehen kann, zurückgeführt werden.

— — —

Die Zusammenhänge zwischen epigenetischer Gestaltung, wie sie sich durch die Wirkung der »individuellen Blutdrüsenformel (J. Bauer) kund-

tut, und mendelnder Determination lassen sich in dreifacher Richtung verfolgen:

1. Wie die Wachstumsstörungen bei Überwiegen des einen innersekretorischen Systemes, bzw. Versagens des anderen deutlich zeigen, ist ein Gleichgewicht zwischen den Blutdrüsen zur harmonischen Entwicklung nötig. Da sich die einzelnen Systeme in ihrer Wirkung als einander entgegengesetzt erweisen, so kann man im Sinne von H. Hoffmann dieses Gleichgewicht in Analogie zu Goldschmidt's Schmetterlingsversuchsergebnissen auf eine quantitativ aufeinander abgestimmte Erbeinheit der einzelnen Blutdrüsen zurückführen. Überwiegt die eine Erbeinheit quantitativ, so hemmt sie die entgegengesetzt wirkende andere. Da aber mehrere Blutdrüsen synergistisch wirken, ist es auch denkbar, dass eine quantitativ zu gering angelegte Potenz der einen Erbeinheit auch die Entwicklung der anderen hemmt. (Infantilismus partialis von J. Bauer.) Die frühzeitige Involution ist oft nur das Spiegelbild der zu frühzeitigen Evolution (Hoffmann).

2. Es kann sich um eine determinierte Minderwertigkeit des Gewebes als solche handeln (im Sinne von K. H. Bauer).

3. Auch das Nervensystem, welches innigst mit dem hormonalen Gleichgewicht in Verbindung steht, kann einen schwerwiegenden epigenetischen Faktor ausmachen, wie es die durch psychischen Insult (Sauerbruch) hervorgerufenen Basedow-Fälle zeigen.

Fassen wir nochmals die Schwierigkeiten, die sich der Forschung des Konstitutionellen, bzw. dessen Trennung vom Phaenotypischen beim Menschen entgegensetzen, zusammen:

1. Mangelnde Kenntnis über das Wesen dessen, war wir uns unter Genen vorstellen müssen; mangelnde Kenntnis über das Wesen der epigenetischen Gestaltung und deren Bereich.

2. Den gleichen Merkmalen entsprechende Gene, die an verschiedene Chromosomen gebunden sein können, anderseits kann ein Gen verschiedene Merkmale bedingen.

3. Absolute Heterozygotie und praktische Unmöglichkeit, beim Menschen durch Zucht, bzw. künstliche Selektion das »Homozygotische« der Erbfaktoren rein darzustellen.

Die Konstitutionsforschung muss sich verschiedener Hilfswissenschaften bedienen, um diesem Problem näher zu kommen. Die Anthropologie versucht die geringsten morphologischen Unterschiede festzuhalten, bzw. deren mendelnden Erbgang zu bestimmen. Auf Grund der gefundenen Häufigkeiten bestimmter Merkmalskombinationen wurde eine Einteilung der Menschen in verschiedene Rassen und Rassenkreise ermöglicht. Indem für eine bestimmte Rasse die Norm mittels Zahl und umfangreichen Messungen der typischen Merkmale gefunden wurde, ist es möglich, auch das einzelne Individuum bezüglich seiner Rassenreinheit einzureihen. Die Anthropologie hat schon bisher wichtige Ergebnisse für die klinische Konstitutionsforschung erbracht. Nicht nur, dass sie gemeinsam mit der Medizin die Morbiditäts- und Letalitätsunterschiede verschiedener Rassen in Bezug auf bestimmte Krankheiten aufdeckte, sie konnte auch diesbezügliche Unterschiedlichkeiten bei Angehörigen desselben Rassenkreises feststellen. So geht es z. B. aus vergleichenden Statistiken hervor (Lebzelter), dass in Schweden die Individuen mit heller Komplexion sich gegen die Tuberkulose resistenter erweisen als die Dunklen, während in Italien das Umgekehrte der Fall ist. Dass rothaarige Individuen für verschiedene

Krankheiten besonders anfällig sind, ist eine ziemlich alte Ansicht der Kliniker, auch sollen nach Neumann und J. Bauer Typen, die auf Sonnenbestrahlung schnell mit Braunfärbung der Haut reagieren, gegen Tuberkulose weniger empfindlich sein.

Auch die vererbungswissenschaftlichen Untersuchungen haben mit Hilfe der Familienforschung viel zur näheren Erkennung des Konstitutionellen beigetragen. Es konnte aus der Art des Auftretens eines abnormen Merkmales, bzw. Merkmalskomplexes auf dessen dominantes, bzw. rezessives Vorhandensein geschlossen werden.

Von grösster Bedeutung ist auch die Zwillingsforschung. Es hat sich erwiesen, dass z. B. Zwillingsgeschwister unter verschiedenen Umwelteinflüssen ungefähr zur gleichen Zeit und an derselben Stelle der Lunge ein tuberkulöses Infiltrat aufwiesen; anderseits kann durch die Voraussetzung, dass eineiige Zwillinge dieselbe genotypische Konstitution haben, der Umwelteinfluss durch Vergleich der Zwillinge weitgehendst eingeschätzt werden.

Es besteht also die Möglichkeit, sich in das Konstitutionelle eines Menschen durch genaue Analyse im Sinne der oben angeführten Wissenschaftszweige einen Einblick zu verschaffen. Vom praktischen Standpunkte aus wäre ein solches Verfahren jedoch zu umständlich, meist überhaupt nicht ausführbar.

Von der Erfahrungstatsache ausgehend, dass die äusseren, anthropometrisch erfassbaren Maße einen guten Einblick geben in die Entwicklung und Leistungsfähigkeit der inneren Organe, bzw. Organsysteme, hat man versucht, praktisch verwertbare Zahlen und Zahlenverhältnisse zu gewinnen, durch die ausgedrückt werden kann, inwiefern sich ein Individuum im Bereich der Norm bewegt, bzw. um wieviel es von der Norm abweicht. Von den vielen Indices (Quetelet, Index ponderalis von Livi, Becher-Lehnhoff'scher Index, Index von Pirquet) führen wir hier nur den viel gebrauchten Rohrer'schen Index an:

$$I = \frac{P}{L^3}, \text{ wobei } P = \text{Körpergewicht, } L = \text{Körperlänge}$$

(Rohrer'scher Index der Köperfülle).

Der Index sinkt während des Kindesalters, hat beim erwachsenen Mann etwa den Wert von 1,22—1,35, bei Asthenikern kann er auf 0,85 sinken, bei sehr Muskelkräftigen 2,68 erreichen.

Viel angewandt wird auch, besonders bei Sporttypenuntersuchungen (Bach) der Index von Kaup:

$$I = \frac{P}{L^2} = \text{Körperbauindex,}$$

$$\frac{P}{L^2} \text{ oder } \frac{Q}{L} \text{ (Querschnitt),}$$

dieser Index gilt für die Längenvariabilität des vollreifen Alters und macht bei Männern ungefähr 2,3 aus.

Diese Art der Leistungsfähigkeitsbestimmung hat ihren grossen praktischen Wert bei der Klassifizierung grösserer Menschenmassen, wie es z. B. bei militärischer Assentierung der Fall ist.

Auf Grund einer Indexzahl ist man aber nicht im Stande, sich ein irgendwie differenziertes Bild eines Menschen zu machen. Deswegen trifft man in der Medizin schon früh auf Versuche, die Eigenheiten eines Menschen morphologisch zu erfassen, zugleich aber den morphologischen

Typus in Bezug auf seine konstitutionell-funktionelle Wertigkeit einzuschätzen. Auf diese Art ist der Begriff des Körperbau- und Konstitutionstypus entstanden. Allgemein lässt sich über diese verschiedenen Einteilungen aussagen, dass das eine Extrem im Sinne des asthenischen Habitus aufgestellt wurde, mit den Übergängen zum anderen Extrem, dem Breiten, dem pyknischen Habitus (vergl. Benecke, Rokitansky, Viola). Es kommen aber auch Dreiteilungen vor; so unterscheidet auf Grund anthropologischer Messungen Achille de Giovanni drei Gruppen: Habitus phthysicus mit langem, schmalem Thorax und Hypoplasie der Gefässe und des Herzens; die zweite Gruppe ist mit mächtigem Brustkorb und Muskulatur gekennzeichnet = Athletenhabitus; die dritte Gruppe ist durch excessive Grösse des Abdomens charakterisiert = der zur Fettleibigkeit und Gicht neigende plethorische Habitus. Aschner teilt die Menschen ein in schlanke, mittlere, breite Individuen. Sehr bekannt ist Kretschmers Einteilung, die jener de Giovannis gleichkommt. Kretschmer unterscheidet den asthenischen, den musculären und den pyknischen Typ. Während die Kretschmer'schen Typen in die Psychiatrie Einlass gefunden haben, hat sich die Vierteilung von Sigaud und seinen Schülern Chaillou und Mac Auliff in der klinischen Medizin verbreitet. Es besteht aber auch eine weitgehende Übereinstimmung zwischen der Sigaud'schen und der Kretschmerschen Einteilung, indem sich der Type digestif mit dem pyknischen, der Type musculaire mit dem muskulären deckt, der Type respiratoire und Type cérébral zusammen entsprechen ungefähr dem Kretschmer'schen asthenischen Typ.

Im Folgenden führen wir eine kurze Charakterisierung der Sigaudschen Typen (nach J. Bauer) an:

1. **Typus respiratorius** ist gekennzeichnet durch eine besondere Entwicklung des Thorax, sowie der der Respiration dienenden Abschnitte des Schädels und Gesichtes. Der Thorax ist auffallend lang, die untersten Rippen reichen nahezu bis an die Darmbeinschaufeln heran, der epigastrische Winkel ist spitz, das Abdomen unverhältnismässig klein, der Hals lang. Die mittlere Gesichtspartie zwischen Nasenwurzel und Nasenbasis ist stark entwickelt, die Nase gross, entweder besonders lang und dann meist gekrümmt oder besonders breit, die Sinus maxill. und frontales sind weit und demgemäss ist auch der Abstand der processi zygomatici gross, was dem Gesicht oft eine sechseckige Gestaltung verleiht. Die Vitalkapazität dieser Lungen ist auffallend gross. Die Mimik dieser Menschen soll sich namentlich in den mittleren Gesichtspartien abspielen und oft zu dauernden Stigmen daselbst in Gestalt von Falten und Runzeln führen. Die »respiratoires« werden vornehmlich durch Nomadenvölker und Gebirgsbewohner repräsentiert. Die Semiten entsprechen zum grossen Teil diesem Typus. Nach Chaillou und Mac Auliff sollen solche Menschen besonders empfindlich gegen Gerüche und schlechte Luft sein.

2. **Typus digestivus** zeigt das unterste Drittel des Gesichtes besonders mächtig entwickelt, so dass der Abstand zwischen Nasenbasis und Kinn besonders gross ist und durch die weit ausladenden Unterkieferäste eine Pyramidenform des Gesichtes mit der Basis am Unterkiefer, der Spitze am Scheitel, entsteht. Der Mund ist gross, das Gebiss regelmässig, gut ausgebildet und erhalten, der Unterkiefer ist vorspringend, die Augen klein und mit fettreichen Lidern versehen. Der Hals ist kurz, der Thorax breit, aber sehr kurz, das Abdomen dagegen mächtig entwickelt, meist vorgewölbt, mit Neigung zu Fettansatz in den abhängigen Partien. Der epi-

gastrische Winkel ist stets stumpf, der Nabel steht tief. Die Individuen sind meist fettleibig. Unter den Eskimos ist der digestive Typus besonders häufig.

3. Beim **Typus muscularis** ist der Schädel harmonisch geformt, meist brachycephal. Die drei Abschnitte des Gesichtes sind an Länge und oft auch an Breite einander gleich, so dass eine quadratische Form resultiert. Die Ansatzlinie des Kopfhaares verläuft meist in gerader Linie und bildet zu beiden Seiten einen rechten Winkel, während sie bei den Digestiven bogenförmig zu sein pflegt und bei den Cerebralen in der Mitte der Stirn einen stumpfen und zu beiden Seiten je einen spitzen Winkel formiert. Die Augenbrauen stehen tief, bilden eine fast gerade Linie und sind lang, wie überhaupt die Köperbehaarung und speziell der Bartwuchs besonders kräftig entwickelt zu sein pflegt. Der Rumpf ist gleichfalls ebenmässig geformt, Thorax und Abdomen von entsprechenden Proportionen, das Abdomen nicht vorragend, der epigastrische Winkel von mittlerer Grösse, die Schultern breit und hoch. An den Extremitäten ist die scharfe Modellierung der Muskelbäuche und Sehnen beachtenswert. Dem muskulären Typus begegnet man bei Athleten, sehr häufig auch bei Verbrechern. Er entspricht übrigens dem klassischen Ideal der griechischen Schönheit. Chaillou und Mac Auliff unterscheiden zwei Untertypen, einen langen und einen kurzen Type musculaire.

4. Der **Typus cerebralis** schliesslich ist charakterisiert durch eine in einem gewissen Missverhältnis zu der zarten grazilen Gestalt stehenden Schädelgrösse, durch eine auffallend starke Ausbildung des Stirnabschnittes des Gesichtes, derart, dass das Gesicht die Form einer mit der Spitze nach abwärts gerichteten Pyramide gewinnt, durch den oben schon näher bezeichneten Haaransatz, die im Bogen querlaufenden Augenbraunen, die grossen lebhaften Augen und grossen Ohrmuscheln. Die Extremitäten sind kurz und namentlich die Füsse klein; ist den Muskulären die Betätigung ihrer Muskulatur ein Bedürfnis, so können die Zerebralen psychischer, bzw. zerebraler Erregungen nicht entraten. Die Zerebralen sind vorwiegend die Vertreter der Intelligenz.

Mischformen überwiegen weit, so unterscheiden schon Chaillou und Mac Auliff: Type muscul. digestif, cérébromusculaire, cérébrospiratoire usw.

Nach Sigaud und Schülern sind die einzelnen Typen umwandelbar (Anpassungen). J. Bauer hat diese Einteilung klinisch verwertet, indem er bei der Wiener Bevölkerung (2000 Männern), die seine Poliklinik aufsuchte, vertreten fand:

Resp. Typus: 18% rein, 9% musk. Typus, 3,9% cereb, 3,8 Typus digestiv; mit Mischformen: resp. Typus 43,1%, musc. Typus 23,8%, cerebr. Typus 18%, digest. Typus 6,6%, der Rest von 8,5% liess sich nirgends unterbringen.

Im Alter besteht eine Neigung zur Häufung des Typus digestivus, was Brugsch auf Streckung und Hebung der Rippen, Höhertreten des Zwerchfelles, Fetteinlagerung am Bauche erklärt; sonst hält sich das Individuum an seinen Typus.

Sigaud hat zugleich festgestellt, dass die einzelnen Typen relativ häufiger von bestimmten Krankheiten befallen werden, falls sie erkranken, so z. B. werden bei Vertretern des Typ respiratorius oft Erkrankungen der Atmungsorgane, Katarrhe, Asthma, Emphysem gefunden usw. J. Bauer konnte Sigauds Feststellungen an seinem Material zumindest teilweise als zutreffend wiederfinden. Wir wollen damit nur betonen, dass diese auf Grund morphologischer Gesichtspunkte aufgebaute Typenlehre tatsächlich

in einem gewissen Zusammenhange steht mit dem klinisch verwertbaren Konstitutionstypenbegriff.

Somit entsteht die Frage, ob wir im Rahmen unseres Themas »Sport und Konstitution« diese Begriffe der einzelnen Kostitutionstypen verwerten können, indem wir untersuchen, inwieweit die Peristase »Sport« den Konstitutionstypus zu modifizieren vermag.

Diese Frage vermögen wir, wie es aus einer kurzen theoretischen Erwägung, sowie durch das praktische Vorhandensein von bestimmten Sporttypen (Kohlrausch, Bach) gleichzeitig hervorgehen muss, nicht, bzw. nicht in diesem Sinne beantworten. Mit der Konstitution im Sinne des Genotypus ist dem Individuum die gesamte Anlage, die gesamte Entwicklungsmöglichkeit gegeben. Es kommt nun auf die Art der Peristase an, ob und in welchem Masse diese Entwicklungsmöglichkeit auch wirklich ausgenützt wird. Wir können also erwarten, dass der muskuläre Typ und der muskuläre Mischtyp je nach Art der Leistung sich anpasst; dafür sprechen viele Messungsergebnisse; im allgemeinen geht das Wachstum der Muskulatur parallel mit der Leistung.

Es zeigen sich aber deutliche Unterschiede in der Dicke der Muskulatur je nach Sportart. Kohlrausch kommt zu dem Schluss, dass nicht die Schnelligkeit, sondern die aufzuwendende Kraft die Muskelfaserverdickung mit sich bringt. »Die Dauerläufer haben dünne Muskeln, deren Funktion im Sinne der Ausdauer sich bestens bewährt hat. Die Schwerathleten auf der anderen Seite als reine Kraftleister haben die dicken Muskeln. Die Kurzstreckenläufer, die Speerwerfer, die Springer, die eine grosse Schnelligkeit mit einer mittleren Kraft zu verbinden haben, stehen zwischen den beiden Gruppen.« Dass es sich hierbei um Anpassungserscheinungen des Muskels handelt, geht aus dem Ergebnis vergleichender anthropometrischer Messungen an Studenten der Deutschen Hochschule für Leibesübungen nach Winterzeiten, die mit Betonung der Kraftarbeit, und der Sommerzeit, die mit Betonung der Dauer- und Schnelligkeitsarbeit einhergehen, hervor (Kohlrausch). Bei all diesen Fällen können wir annehmen, dass die muskuläre Komponente des Mischtypus zur Entwicklung kam. Es fehlt aber auch nicht an Beweisen, wonach z. B. Astheniker trotz anhaltendem Training fast nichts an Muskulatur zunahmen (wohl aber gewaltig an Muskelkraft gewinnen können, so dass sie Ungeübten der Schwergewichtsklasse mit ganz ungleich mächtiger Muskulatur überlegen werden können). Nach letzterem ist auch die individuelle Technik bei Vollbringung derselben Leistung durch einen muskelschwachen und muskelstarken Athleten verschieden: der erstere versucht sie durch feinste Koordination zustande zu bringen, bei letzterem ist die Kraftkomponente ausgesprochen (z. B. beim Hochspringen).

Aber noch eine praktische Ursache ist es, die die Beantwortung der Frage über die Auswirkung des Sportes auf den Konstitutionstypus erschwert. Umfangreiche Messungen an spezielle Sportarten Ausübenden haben gezeigt, dass die Betreffenden eine grosse Zahl gemeinsamer Merkmale aufweisen in Bezug auf Körpergrösse, Beinlänge, Gewicht, Köperfülle usw., dass sich also um eine bestimmte Sportart ein für sie charakteristischer Sporttypus (Kohlrausch, Bach) gruppiert. Wir können hier nicht weiter verfolgen, ob für diese Gruppierungen das physikalische, mechanische Moment (vergl. Kohlrausch) oder Charakter und Temperament verantwortlich zu machen sind; auf jeden Fall müssen wir annehmen, dass der Sportsmann in jener Sportart dauerndes Interesse findet, für die er sich besser eignet, sei es physisch oder psychisch, meist wird aber beides

gleichzeitig zutreffen. Von diesem Gesichtspunkt aus gesehen wird es erklärlich, wieso der pyknische Typus so selten im Sport vertreten ist. Dadurch aber, dass sich die anderen Konstitutionstypen gewissermassen der Sportart anpassen, verliert eine vergleichende Betrachtungsmöglichkeit über die Auswirkung des Sportes auf den einzelnen Konstitutionstypus an Bedeutung.

Hieraus ergibt sich, dass wir der uns gestellten Frage über die Auswirkung des Sportes auf die Konstitution auf anderem Wege näher kommen müssen. Wir wollen zuerst den Einfluss des Sportes an einzelnen Organen studieren und untersuchen, ob durch den Sport eine nach morphologischem oder funktionellem Masstab erfassbare und von der Norm abweichende Reaktion in den einzelnen Organen hervorgerufen wird; ferner soll versucht werden, diese Reaktion auf Grund unserer Begriffe vom Normalen und Pathologischen zu beurteilen. Zugleich wollen wir unser Augenmerk auf das konstitutionelle Moment, sofern es beim Zustandekommen der durch den Sport bedingten und von der Norm abweichenden Reaktionen in Frage kommt, richten.

II. Einfluss des Sportes auf die Niere.

Dass nach körperlicher Anstrengung, besonders bei Sportsleuten im Anschluss an eine Muskelanstrengung, Albuminurie auftritt, ist schon lange bekannt. Leube hat im Jahre 1877 Untersuchungen an Soldaten ausgeführt und fand, dass schon leichte Arbeit bei einigen den Essigsäurekörper im Harn erscheinen liess, während bei anstrengenderem Exerzieren die Zahl anstieg und sich vorwiegend Serumeiweiss im Harn nachweisen liess.

Es kamen verschiedene Untersuchungen an Fussballspielern, Ringkämpfern, Radfahrern, Skiläufern, Weitgehern hinzu, und aus einer Zusammenstellung von Christensen, die die Befunde bei täglich Sporttreibenden nach Durchschnittsanstrengungen wiedergibt, geht der Einfluss der Sportart auf die Ausscheidung von Eiweiss und Formbestandteilen im Harn hervor:

	Albuminurie	Zylindrurie	Haematurie
11 Fechter	0	10	2
4 Leichtathleten	1	4	0
4 Boxer	1	4	1
11 Ringer	11	11	0
20 schwedische Turner	1	20	2
10 Fussballspieler	8	9	0

Frenkel-Tissot fand nach Skiwettlauf über 13 km (250 m Niveaudifferenz) bei 12 Teilnehmern eine Verminderung der Harnmenge, alle Urine eiweisshaltig, bei 8 Läufern Zylinder, bes. granulierte, in »ungeheuren« Mengen, 3 der Teilnehmer hatten vereinzelt Erythrozyten.

Knoll's Untersuchungen gelegentlich der Olympischen Winterspiele 1928 zeigen das Verhalten einiger Teilnehmer des internationalen Militärpatrouillenlaufes über 28 km, 50 km-Lauf für Zivilläufer und zum Vergleich den 18 km-Lauf.

Von den 32 Mann der Militärpatrouillen zeigten vor dem Lauf 2 Patrouillenmannschaften Spuren von Eiweiss im Urin, jedoch keine Formelemente. Nach dem Lauf war durchweg die Zahl der eiweisshaltigen Urine stark gestiegen: mit Ausnahme von 3 Mann hatten alle Militärpatrouillenläufer Eiweiss im Harn.

Von den 50 km-Läufern kamen von den 39 vor dem Lauf untersuchten nur 20 zur Nachuntersuchung, davon hatten 17 Eiweiss im Harn; von den 12 untersuchten 18 km-Läufern 10. Das spezifische Gewicht war bei allen erhöht. (P. Schenks in K. Craemers Untersuchungen an Teilnehmern der Olympischen Spiele zu Amsterdam bringen wir in anderem Zusammenhange.)

Wie kommt das Auftreten von Eiweiss und Formelementen im Harn, also Symptomen, wie bei Nephritis, zustande?

Man hat versucht, diese »gutartige« Anstrengungsalbuminurie als »Geh«albuminurie im Gegensatz zur »Steh«albuminurie in Zusammenhang mit der lordotisch-orthotischen Albuminurie zu bringen.

Auch Frenkel-Tissot unterscheidet mit Bornstein und Lippmann 1. die Stehalbuminurie: kein Eiweiss, keine Acidität des Harns, häufig Haematurie; sie soll auf Stauung der Niere beruhen; 2. die Gehalbuminurie: Eiweiss im Harn, starke Ansammlung von z. T. sauren Produkten, erhöhte Harnacidität, häufige Zylindrurie; die Ursache soll die Nierenanaemie sein. Die Nierenanaemie sei schädlicher als die Stauung und sie komme bei körperlicher Anstrengung dadurch zustande, dass das Muskel-Hirn-Haut-Gebiet stärker durchblutet ist, nicht aber das Gebiet des Splanchnicus; aber auch die genuine Empfindlichkeit des Glomerulusepithels, die Durchlässigkeit der Gefässwände, die nervöse Ansprechbarkeit des ganzen Organs variieren. Eine wesentliche Komponente, die zur Albuminurie führt, mit der die Albuminurie parallel geht, sieht Frenkel-Tissot in der Säurung des Harns. Damit bringt er auch in Beziehung die Tatsache, dass die Autoren von 1913 bei Gepäcksmärschen öfter Albuminurie fanden, als 1917 und er führt sie auf den Unterschied der gemischten und vegetabilen Kost zurück. Auch Bornstein und Lippmann erzielten durch alkalische Dosen eine Hintanhaltung der Albuminurie.

Zuntz und Schumburg haben festgestellt, dass bei gesunden Sporttreibenden umso seltener Eiweiss im Harn auftritt, je grösser die körperliche Übung ist. Dazu bemerkt Frenkel-Tissot: »Die Erklärung hierfür sehe ich in der Möglichkeit einer Übbarkeit der nervösen, dem Gefässtonus übergeordneten Impulse, einer durch die fortgesetzte gleichgerichtete sportliche Tätigkeit zustande kommende Bahnung bestimmter vasotonischer Reize mit dem Effekt erhöhter Gefässdichtung.«

Im Experiment erweisen sich auch wirklich gerade die Nierengefässe als besonders erregbar und reagieren auf jede periphere Reizung, z. B. des Ischiadikus, Vagus, Splanchnikus, besonders auf Reizung der Medulla, aber auch auf Abkühlung oder Überhitzung der Haut mit einer krampfigen Zusammenziehung unter Verkleinerung des Organs; auf jede angiospastische Ischämie der Niere folgt eine kurzdauernde Albuminurie.

Bei gesunden Kaninchen tritt nach einer Adrenalineinspritzung, die in der Wirkung einige Minuten andauert, Albumen auf, desgleichen bei gesunden Katzen, die zu Furcht oder Wut gereizt werden (neurohormonaler Effekt der Splanchnikuserregung nach Cannon). Ebenso auch bei anästhesierten Hunden nach Adrenalin, CO_2-Einatmung, Splanchnicusreizung.

Auf dieselbe Art sind die Untersuchungsergebnisse Christensen's zu erklären, der bei 19 im Winter Badenden (Seebad von 2 Minuten Dauer bei 0—2°) 6 mal Eiweiss, 13 mal körnige und hyaline Zylinder, vereinzelt Epithelzylinder und rote Blutkörperchen fand. Da bei starker Abkühlung bei Tieren Milchsäure im Harn auftritt und der dafür wohl verantwortlich zu machende O_2-Mangel in den Versuchen durch Stauung noch gesteigert wird, so dürfte diese Abkühlungsreaktion und Albuminurie wohl der Sportalbuminurie an die Seite gestellt werden können (Volhard).

Das Variable an dem Auftreten von Albumen im Harn je nach der Art der Anstrengung haben Jundell und Fries zum ersten Male untersucht. Sie fanden, dass kurze, aber heftige Anstrengungen bei allen oder fast allen Individuen eine mehr oder weniger starke Albuminurie erzeugen mit

oft grossen Eiweissmengen, während Daueranstrengungen von 2—3 oder mehr Stunden, auch wenn dabei die letzten Kräfte hergegeben werden, nur geringe oder gar keine Eiweissausscheidung hervorrufen.

Wesentliche Klärung über den kausalen Zusammenhang von Arbeitsleistung und Albuminurie brachten die sportphysiologischen Untersuchungen von Schenk. Schon Heidenhein hat 1864 die Abhängigkeit der sich im Muskel bildenden Säuremenge von der Arbeitsleistung des Muskels beobachtet und Jundell und Bornstein haben die grosse ursächliche Bedeutung für die durch eine Arbeitsleistung enstandene Eiweissausscheidung erkannt. Schenk aber hat an zahlreichen Untersuchungen an Wettkämpfern durch Verfolgung und Registrierung deren Blut-Milchsäure-Spiegels beweisen können, dass der Milchsäurespiegel des Blutes genau der Leistungsgrösse eines Menschen in der Zeiteinheit entsprechend schwankt. Schnelläufer mit sehr schnell aufeinander folgenden Muskelkontraktionen zeigen die höchsten Milchsäurewerte im Blut (und entsprechend im Harn). Schenk findet folgende Milchsäurewerte in mg% im Blute:

		Ansteigen der Milchsäure bis	Dauer der Leistung
1.	200 m-Lauf	103,5 mg%	23 2/5 sek.
2.	400 m-Lauf	143,0 mg%	49 3/10 sek.
3.	5000 m-Lauf	118,1 mg%	—
4.	10.000 m-Lauf	104,4 mg%	43 min.
5.	10.000 m-Lauf	73,01 mg%	41 min.
6.	42 km-Lauf (Marathon)	36,31 mg%	—
7.	210 km Radrennen	66,6 mg%	6 Std., 40 min.
8.	Gewichtheben mit 80 kg Berghantel	46,1 mg%	40 min.
9.	desgl.	51,4 mg%	40 min.
10.	Griech.-röm. Ringkampf unter grösster Anstrengung	18,9 mg%	35 min.
11.	desgl.	41,4 mg%	desgl.

Obwohl dieser Auszug aus Schenks Tabelle weder die Zeit der Blutentnahme noch den Verlauf der Werte in vergleichenden Zeiteinheiten wiedergibt, und überhaupt nur relative Werte berücksichtigt, so ist er doch geeignet, Schenks Satz: »Je höher die Leistung in der Zeiteinheit, desto grösser die Milchsäureausscheidung« (die sich dem Blutspiegel parallel verhält), zu illustrieren.

Die Läufer über kürzere Strecken, deren Arbeitsleistung mit schnellfolgenden Muskelverkürzungen einhergeht, zeigen hohe Milchsäure-Werte; dagegen haben sowohl die Langstreckenläufer, z. B. Marathonläufer und Radfahrer, die eine viel grössere Gesamtarbeit leisten, deren Muskulatur sich aber pro Zeiteinheit nicht so schnell und oft kontrahiert, als auch die Gewichtsheber und griechisch-römischen Ringkämpfer, deren kgm-Leistung ebenso sehr gross ist, aber durch einmalige Dauerverkürzung (statische Arbeitsleistung) der Muskulatur bewerkstelligt wird, viel geringere Milchsäure-Werte.

Ferner muss man nach Schenk berücksichtigen, dass die persönliche Muskelbeanspruchung bei jedem Wettläufer entsprechend seiner Willensstärke und seelischen Verfassung verschieden ist, was zur Folge hat, dass

sich die Befunde der Teilnehmer am selben Lauf nur innerhalb geringer Grenzen ähneln. Die Leistungsgrösse spielt eine geringere Rolle, da sie vom Trainingzustand und besonderer körperlicher Eignung mitbestimmt ist. »Jedoch kann ein kräftiger Endspurt auf jede Dauerleistung das Bild der Schnellkraftleistung aufpfropfen.«

Die Abhängigkeit der Sportalbuminurie von der Harnacidität ist aus folgender Tabelle von Wamisch (zit. Volhard) ersichtlich, die die Befunde von trainierten Sportlern wiedergibt, die sich schon vor der besonderen Sportleistung lebhaft beteiligt haben:

	Harn	vor der Leistung			nach der Leistung		
		sauer %	neutral %	alkalisch %	sauer %	neutral %	alkalisch %
		67,6	17,7	14,7	97	2	1
I.	Eiweiss	65,2	16,7	20,0	96	—	—
II.	Leukozyten	82,5	50,0	40,0	92	—	—
III.	Erythrozyten	55,6	16,7	—	85	—	—
IV.	hyaline Zyl.	13,0	—	—	68,1	—	—
V.	granul. Zyl.	13,0	—	—	62,2	—	—
VI.	frei von I.-V.	17,4	50,0	60,0	1,7	—	—

(Vergleiche auch nächste Tabelle, H. M. Fischer.)

Durch das bisher Gesagte haben wir einen Einblick bekommen in die äusseren Bedingungen, durch die die Sportalbuminurie hervorgerufen wird und als deren »innere« Folge haben wir den Anstieg der Säurewerte, besonders der Milchsäure, im Blute hervorgehoben.

Im Folgenden wollen wir die Frage des Zustandekommens der Sportalbuminurie auf Grund der Vorgänge in der Niere selbst, also vom pathologisch-anatomischen Standpunkte aus, erörtern.

Nach Volhard kommen als Quelle des Eiweisses im Harn in Betracht

1. die Eiweiss-Substanzen des Blutplasmas und des dem Blutplasma entstammenden flüssigen Inhaltes der Gewebespalten und Lymphkapillaren,

2. die Eiweisskörper der Epithelzellen der Nieren; letztere spielen eine geringere Rolle.

Abgesehen von der uns beschäftigenden Sportalbuminurie ist diese Frage überhaupt nicht eindeutig gelöst. Volhard äussert sich darüber folgendermassen: »Wir denken heute über die Funktion dieses ungemein dünnen Zellbelages (gemeint das Glomerulusepithel) wesentlich anders und trauen ihm aktive Leistungen zu, die jedes menschliche Vorstellungsvermögen übersteigen. Und wenn wir uns heute überhaupt für eine der Auffassungen, der Ribberts, dass die Gefässwand des Knäuels, und der Heidenhains, dass der Zellbelag des Knäuels normalerweise den Durchtritt von Eiweiss verhindert, entscheiden und sie nicht kombinieren wollen, so werden wir unbedingt der letzteren den Vorzug geben müssen, und die Ursachen der meisten Albuminurien in einer abnormen Durchlässigkeit der Knäuelepithelien suchen, zu der sich in manchen Fällen eine abnorme Durchlässigkeit der Epithelien der Harnkanälchen gesellt. Hier ist das Pathologische in dem vermehrten Eintritt von Eiweiss durch die Basalmembran in die Zellen zu suchen, dem auch eine abnorme Durchlässigkeit der Kapillaren zugeordnet sein muss. Die darauf folgende Eiweissausscheidung haben wir uns wohl hier als eine aktive Sekretion vorzustellen, deren histologisches Substrat vielleicht in der sogenannten hyalintropfigen Degeneration zu erblicken ist, während man bei der

Eiweissausscheidung durch die Glumeruli mehr an einen passiven Mechanismus, das Durchtreten von Eiweiss durch die abnorm durchlässige Kapillar- und Epithelwand denken mag.«

Fahr hält diese Vorstellung für nicht recht befriedigend. Die Durchlässigkeit der Kapillaren für Eiweiss sei schon normalerweise vorhanden, da das zur Ernährung des Gewebes nötige Eiweiss schon normalerweise durchtritt. Bei Zirkulationsstörungen — gleichgültig ob entzündlichen oder degenerativen Charakters — handelt es sich nur um eine stärkere Durchlässigkeit, deren Grad durch die Intensität der Schädigung (Gefäss, Epithelien), oder durch Zerfall der Zelle, oder durch Änderung der Abbauvorgänge in der noch lebenden Zelle, deren nähere Natur noch dunkel ist, bestimmt sein könnte. Fahr glaubt also nicht, dass die normalen Nierenzellen-Glomerulus und Tubulusepithelium — die Eigenschaft, Eiweiss durch aktive Tätigkeit zurückzuhalten, haben. Die Nierenzelle entnehme aus dem Blut nur das, was ausgeschieden werden soll, von Eiweiss, Fett und Kohlenhydrat normalerweise nur insoweit, als es zur Ernährung der Zelle dient. Zu den auszuscheidenden Stoffen gehört das Eiweiss — ebenso wie Fett und Kohlenhydrat nur dann, wenn der Gehalt daran qualitativ (fremdes Eiweiss) oder quantitativ sich so sehr von der Norm unterscheidet, dass eine gewisse Variationsbreite überschritten wird. Bei Gefässschädigungen irgendwelcher Art verhalten sich die Nierenepithelien nicht anders als andere Zellen, z. B. die Pleura, die das aus den Gefässen mit dem Transsudat, resp. Exudat austretende Eiweiss durch die Zellen durchtreten lassen.

Eine einheitliche Beantwortung der Frage der Albuminurie gibt auf Grund kolloidchemischer Untersuchungen Martin H. Fischer und wir wollen seine Ausführungen wiedergeben, soweit sie gerade in der Frage der Albuminurie eine Klärung bringen und auch die Vorstellung über die Einheitlichkeit der Organisation, der Arbeit des Körpers erleichtern, indem viele der verschiedenartigen spezifischen »Tätigkeiten« der Zellen und Zellkomplexe sich als den physikalisch-chemischen Gesetzen unterworfen erweisen und sich als Funktion des morphologischen Organisationsplanes verstehen lassen.

M. H. Fischer ging von der Tatsache aus, dass die Zellen des Körpers, bzw. deren Protoplasma eine kolloidale Substanz ist und als solche in mancher Hinsicht den Gesetzen der Kolloidchemie unterworfen ist.

Zwei wichtige Eigenschaften der Kolloide muss man voneinander trennen: 1. die Quellung, also die Wasseraufnahme = die Löslichkeit des Wassers im Gel (Hydratation) und 2. die Löslichkeit des Kolloids im Lösungsmittel (was den Dispersionsgrad des Kolloids bestimmt).

Sehr oft kombinieren sich beide Eigenschaften, indem mit erhöhter Quellung auch die Löslichkeit des Kolloids im Lösungsmittel sich vergrössert.

Durch eine lange Reihe von Versuchen mit Protein-Kolloiden (Fibrin, Gelatine, Aleuron) kommt Fischer zu folgenden Resultaten:

1. Bringt man ein Protein-Kolloid (pulverisiertes Fibrin, Gelatine) in Wasser, so quillt es ein wenig — aber trotz sorgfältigstem Schütteln lösen sich nicht mehr als Spuren des Proteins im Wasser. Ebenso löst sich das Protein-Kolloid in keinem der gewöhnlichen Neutralsalze!

2. Gibt man ein Protein-Kolloid dagegen in Säuren oder Alkalien, dann quillt es viel mehr als im Wasser und löst sich auch entsprechend der Konzentration der Säure (oder des Alkalis) bis zum Punkte einer maximalen Löslichkeit in einer bestimmten Menge des Lösungsmittels,

so dass unter bestimmten Bedingungen gleichviel von dem Protein-Kolloid in Lösung geht.

3. Die Menge des in einer Säure (oder in einem Alkali) »gelösten« Proteins wird merklich vermindert, wenn man irgend ein neutrales Salz zusetzt, und zwar nimmt diese »Löslichkeits«abnahme mit der Salzkonzentration immer mehr zu, wobei sich aber aequimolekulare Lösungen verschiedener Salze verschieden verhalten.

Die Proteine, in ihrer einfachsten Form als polymerisierte Aminosäuren, können sowohl mit Basen als auch mit Säuren Verbindungen eingehen. Jede dieser Proteinverbindungen hat nun ihre charakteristische Löslichkeit für Wasser und Löslichkeit im Wasser.

Das sind die wesentlichsten Resultate der Versuche im Reagenzglas.

Nun ist in der Niere die das Blut von den Harnkanälchen scheidende Membran auch eine kolloidale Substanz, die dieselben Erscheinungen zeigt wie das Verhalten der Kolloide im Reagenzglas. M. H. Fischer beweist, dass die Harne der Nephritiker alle sauer sind, meist parallel der Schwere des Prozesses, und umgekehrt, dass »jedes Mittel, dass zu einer vermehrten Erzeugung oder Anhäufung von Säure in der Niere führt, ein Mittel ist, Nephritis hervorzurufen.« Eine Versuchsreihe an Hasen, denen Säuren injiziert wurden, zeigt vollkommen parallele Bilder der menschlichen Nephritis mit Albuminurie, Blut, Zylindern und verminderter Harnabsonderung bis zum gänzlichen Aufhören.

Wie kommt es nach Fischer zur Albuminurie?

Fischer verwirft die Auffassung, dass das Eiweiss, das im Harn auftritt, vorwiegend aus dem Blute stamme. Keine all der Eiweissreaktionen, die beweisen sollten, dass solches Eiweiss aus dem Blute stamme, sei spezifisch — es handle sich bloss um Gruppenreaktionen, die einer grossen Anzahl von organischen Proteinkolloiden tierischer Herkunft gemeinsam sind, auch der sezernierenden Membran, die das Blut vom Harn trennt. Es kommt also zu einer Albuminurie, wenn im Körper Bedingungen geschaffen sind, durch die die feste kolloide Membran, die das Blut vom Harn trennt, in Harn »in Lösung« geht. Diese Bedingungen sind gegeben, sobald im Köper eine grössere Säureproduktion stattfindet und äussert sich zuerst in einer Quellung der kolloiden Substanzen und zugleich einer Änderung der Löslichkeit des Kolloids, indem sein Dispersionsgrad sich erhöht und dadurch das Kolloid die Tendenz hat, in den kristalloiden Zustand überzugehen und sich im Lösungsmittel, ist gleich Harn, zu lösen.

Dieser Vorgang geht entsprechend dem Grade der Säuerung vor sich, so dass aus einer grösseren Menge von Eiweiss im Harn auf eine stärkere Säuerung im Blut, bzw. im Gewebe geschlossen werden kann.

Das Auftreten von Erythrozyten im Harn versucht M. H. Fischer auf Grund eines Modells zu veranschaulichen, das den wahrscheinlichen Mechanismus der Diapedese-Blutung wiederzugeben scheint.

Ein auf starre Gelatine gebrachter Quecksilbertropfen bleibt an der Oberfläche — ohne in die Gelatine eindringen zu können. Verändert sich aber der Zustand der Gelatine durch Säurezugabe oder Temperaturbeinflussung oder geringere Konzentration, so wandert der Quecksilbertropfen langsam in allen Richtungen durch die Gelatine, je nachdem man die Epruvette neigt, ohne für sich vorgebildete Lücken beanspruchen zu müssen. Sehr ähnlich sind die Vorgänge im Körper zu deuten! Tritt bei Anwesenheit von Wasser Säure zu dem Gewebe, bzw. tritt bei einer passiven Stauung, wo es ebenfalls zur Säuerung kommt, ein Ödem auf,

mit seiner entsprechenden Änderung der kolloiden Beschaffenheit, so folgen, bedingt durch den Druck, der in den Geweben herrscht, die Blutkörperchen der Richtung des geringsten Widerstandes: Diapedese.

Ebenso konnte er das Auftreten von Zylindern in der Niere experimentell hervorrufen, indem er eine gesunde ausgeschnittene Niere eines Kaninchens oder Meerschweinchens in leichte Säure (3 B n/500 Milchsäure) legte. Nach einigen Stunden zeigte der durch leichte Quetschung und Abstrich der Oberfläche gewonnene Ausstrich am Objektträger: Epithelzellen, Epithelzylinder und granulierte Zylinder; nur hyaline Zylinder fehlen — treten aber auf, sobald man die Säure etwas länger wirken lässt oder konzentrierter zugibt: dann sieht man, wie die granulierten Zylinder ihre Granula verlieren, etwas anschwellen und nunmehr schwer zu sehen sind, bis sie vollkommen dem Bilde der hyalinen Zylinder entsprechen. Lässt man etwas Salzlösung unter das Deckglas fliessen, so entstehen aus den hyalinen Zylindern wieder granulierte. Hieraus gehe es hervor, dass morphologische Elemente der Niere, die bei der gesunden Niere fest aneinandergekittet sind, durch Säuren an der »Zementsubstanz« leicht angedäut werden, so dass sie sich als Schicht von der darunterliegenden Membran abtrennen. In klinischen Fällen werden sie als Harnzylinder durch den Harn in die Blase heruntergespült.

Durch die kolloidchemische Betrachtungsweise ist eine weitgehende Klärung für die komplizierten Vorgänge ermöglicht, die sich einmal als Absorption, dann wieder als Sekretion ein und derselben ähnlich gebauten Einheit — der Zelle — äussern.

Wir können hier den von H. M. Fischer ausführlichst und beweiskräftig abgehandelten Mechanismus der Wasserabsorption und -Sekretion nur andeuten, trotzdem wird daraus ersichtlich, dass wir auch anderen Faktoren bei der Betrachtung der lokalen Verhältnisse an der Niere Rechnung tragen müssen.

Die morphologische Organisation des Körpers bringt es mit sich, dass einzelne Organe relativ schlechter mit Blut versorgt sind, als die anderen; gut versorgt sind in erster Linie Drüsen, die »sezernieren« (Niere, Magen im Verdauungsstadium usw.) während die Darmabschnitte, die z. B. die Wasserabsorption versorgen, relativ schlecht mit arteriellem Blut umspült werden (dunkle Farbe und Gasanalyse des Portalblutes). Aus obengesagten Gründen wird die Darmwand, als kolloide Substanz aufgefasst, die Tendenz zeigen, zu quellen, das Wasser wird aus dem Darmlumen aufgesaugt. Das Blut, welches die Darmwand umspült, stellt eine wasserungesättigte Kolloidlösung dar, und versucht seinerseits, sich zu sättigen: es entzieht der Darmwand das Wasser. So kommt es zum Gefälle von Darmlumen zum Blut. Von hier kommt das Blut in die Lungen, wo die Kohlensäure abdampft: es wird also Wasser in der Blut-Kolloidlösung frei; teilweise dampft es durch die Lungen ab, der grösste Teil des »freien« Wassers gelangt nun in die Niere, die normalerweise sehr gut mit arteriellem Blut versorgt ist.

An Modellversuchen zeigt Fischer, dass die Urinsekretion als gewöhnlicher Filtrationsprozess aufzufassen ist, der umso günstiger vor sich geht, je höher der hydrostatische Druck ist, je mehr durch Schrumpfung (durch Verbrennung der sauren Produkte durch Sauerstoff: Entquellung) der kolloidalen Substanz die Kapillarweite vergrössert wird.

Wir müssen im Rahmen des durch unser Thema umgrenzten Gebietes bleiben und können nicht die gesamte und konsequente Auffassung Fischers über die Nephritiden und andere durch die Kolloidchemie der Wasserbindung bedingten Erkrankungen anführen; wir wollen nur die Schlussfolgerung, die Therapie, die Fischer als erfolgreich auf Grund vieler Krankenblätter angibt und die den B e w e i s d e r R i c h t i g k e i t d i e s e r A u f f a s s u n g darbringt und uns gestattet, auch den Mechanismus der Sportalbuminurie so zu erklären, wiedergeben: Zufuhr von genügenden Mengen von Salzen, wodurch Entquellung auftritt, mit ihr bessere Durchblutung und dadurch neue Beschaffung von Sauerstoff, was wider ein Verbrennen der saueren Produkte zur Folge hat, weitere Entquellung usw. bis normaler Gleichgewichtszustand auftritt.

Bei schwerer körperlicher Arbeit, bei schweren sportlichen Leistungen, wenn der Muskel schneller arbeitet, als die Säure durch die Muskeln expediert werden kann, bzw. der Muskel nicht genügend mit O_2 versorgt ist, kommt Säure unverändert ins Blut und somit in die Niere und in den Harn.

Wir führen hier eine Versuchsreihe, die Fischer an Sportsleuten gemacht hat, an:

Vor Beginn eines basket-ball-Matches wurde der Gesamtharn von 5 trainierten Spielern untersucht. Bis auf einen Spieler, der knapp vorher durch die Stadt gelaufen war, waren alle frei von Eiweiss und Zylinder. Der während des $1^1/_2$-stündigen Spieles gesammelte Harn ergab, dass alle Spieler albuminurisch waren, mit grosser Anzahl granulärer, hyaliner und gemischter Zylinder.

a) Vor dem Spiel:

Spieler	Harnmenge in ccm	Salpetersäure-reaktion	Harnzylinder
I.	60	negativ	keine
II.	158	negativ	keine
III.	5	negativ	keine
IV.	47	positiv	gelegentlich granuläre u. hyaline
V.	134	negativ	keine

b) Nach dem Spiel ($1^1/_2$-stündige Periode):

Spieler	Harnmenge in ccm	Salpetersäure-reaktion	Harnzylinder	Essbach	ausgeschiedenes Eiweiss in g
I.	168	positiv	viele hyaline,	0,6	0,111
II.	69	positiv	granuläre u.	3,25	0,224
III.	35	positiv	gemischte	2,3	0,080
IV.	30	positiv	Zylinder	5,0	0,150
V.	94	positiv		2,75	0,258
				Durchschnitt:	0,161

In folgendem Versuch wurden die Bedingungen des ersten Versuches möglichst gleich gewählt. Die Sportsleute behielten ihre Ernährungsweise unvermindert bei, nur nahmen sie ausser ihrer gewöhnlichen Kost den Saft von sechs (im ersten Versuch), resp. zwölf (im zweiten Versuch) süssen Orangen zu sich. Die 6 Orangen verzehrte jeder Spieler während der drei Stunden vor dem Spiel; die 12 Früchte waren den betreffenden Leuten während der 12 dem Match vorangegangenen Stunden gegeben worden. Orangen wurden deshalb gewählt, weil die darin enthaltenen Salze die entschiedene Fähigkeit haben, sich mit stärkeren Säuren zu verbinden, und weil die Zitrate, Malate usw. gerade besonders stark die Fähigkeit haben, die Lösung von Proteinen in Säuren zu vermindern. Das Spiel im Versuch 2 war entschieden anstrengender als im Versuch 1; das des Versuchs 3 mindestens ebenso wie das des Versuchs 1. Die ersten 5 Spieler waren in allen drei Spielen dieselben (sind aber nicht gleich numeriert).

Versuch 2: Jeder Spieler nimmt den Saft von 6 Orangen zu sich. Harn wurden während des Spieles gesammelt.

Vor dem Spiel:

Spieler	Harn in ccm	Salpetersäureprobe	Hitzeprobe
I.	232	negativ	negativ
II.	72	negativ	negativ
III.	30	negativ	negativ
IV.	85	negativ	negativ
V.	280	negativ	negativ

Nach dem Spiel:

Spieler	Harn in ccm	HNO_3-Probe	Hitzeprobe	Essbach	Sezerniertes Eiweiss in g
I.	62	positiv	positiv	1,25	0,078
II.	17	positiv	positiv	1,5	0,025
III.	152	positiv	positiv	0,75	0,114
IV.	42	positiv	positiv	1,25	0,132
V.	228	positiv	positiv	weniger als 0,2	0,046
				Durchschnitt:	0,079

Versuch 3: Jeder Spieler nimmt den Saft von 12 Orangen zu sich. Sonst wie Versuch 2.

Vor dem Spiel:

Spieler	Harn in ccm	HNO_3-Probe	Hitzeprobe
I.	73	negativ	negativ
II.	170	negativ	negativ
III.	181	negativ	negativ
IV.	6	negativ	negativ
V.	23	negativ	negativ
VI.	62	negativ	negativ

Nach dem Spiel:

Spieler	Harn in ccm	HNO_3-Probe	Hitzeprobe	Essbach	Gesamtmenge des sezernierten Eiweiss in g
I.	97	positiv	positiv	0,75	0,075
II.	56	positiv	positiv	1,25	0,070
III.	11	positiv	positiv	1,6	0,018
IV.	44	positiv	positiv	1,3	0,057
					0,054 Durchschnitt
V.	44	positiv	positiv	0,6	0,028
VI.	44	positiv	positiv	0,25	0,11

Spieler V. spielte nur während der 1. Hälfte,
Spieler VI. spielte nur während der 2. Hälfte.

Vergleicht man die Durchschnittswerte der sezernierten Eiweissmengen in Gramm, so entsprechen sie vollkommen unseren Erwartungen nach dem oben Gesagten.

Dass man durch künstliche Alkalizufuhr die Albuminurie hintanhalten kann, beobachteten auch Bornstein und Lippmann. A. Bjure fand, dass die nach anstrengendem 430 m-Lauf auftretende Albuminurie immer mit einer Verschiebung der pH des Blutes nach der sauren Seite zu begleitet ist. Vorherige Gabe von Alkali (Natr. bicarbon.) per os verminderte oder unterdrückte die Säuerung des Blutes und Harnes und auch die Albuminurie.

Snapper und Grünbaum haben gefunden, dass an heißen Tagen die Milchsäure im Harn bei Fussballspielern geringer ist, als an kalten und führten diesen Unterschied darauf zurück, dass beträchtliche Mengen von Milchsäure durch den Schweiss ausgeschieden werden. Bei kurzdauernden maximalen Muskelanstrengungen wird die Milchsäure durch den Harn ausgeschieden, bei Daueranstrengungen kann sie im Harn fehlen.

Schenk empfiehlt zur Unterdrückung der Säuerung des Blutes und somit der Albuminurie folgende Mischung (10—15 g) zu geben: Magn. phosphor. tribas. 310,0, secund. Natr. phosphat 332,0, Natrium bromat. (barytfrei!) 69,0, natr. bicarb. 165,0, Magn. usta 124,0.

Volhard bringt in seinem grossen Werk eine Kritik von M. H. Fischers Kolloidtheorie des Ödems und Nephritis. Einige Einwände hat schon M. H. Fischer selbst beantwortet und es können an dieser Stelle nicht die Gegensätzlichkeiten angeführt werden. Wir führen nur einige mit M. H. Fischer's Theorie scheinbar nicht zu vereinbarende klinisch erprobte Tatsachen an, bzw. deren Deutung nach Fischer.

Bei Ödem in Begleitung mit Nephritiden oder Herzdekompensation wird neben Wasser auch das Kochsalz retiniert und die meisten Kliniker schreiben dem Kochsalz die Schuld der Wasserretention zu. Diese Erfahrung kann auf zwei Umständen beruhen:

1. Die Salzzufuhr verursacht eine Entquellung, da aber die geschädigte Niere nicht im Stande ist, das Wasser zu entleeren, tritt es aus den Geweben nur in die Hohlräume (Ascites, Hydrothorax, Hydropericardium), von wo es aber, sobald sich bessere Zirkulationsverhältnisse und damit eine Entsäuerung der Gewebe einstellt, ohne weiteres resorbiert werden kann. Das geschieht oft am deutlichsten schon unmittelbar nach einer Punktion, wodurch der Druck auf die Gefässe und somit die Stauung und Säuerung des Blutes aufgehoben und der Rest gleich aufgesaugt wird;

2. sei das ödematöse Gewebe oft noch nicht mit Wasser gesättigt und könne zu Zeiten auch aus Salzlösungen Wasser entziehen, weil eben das die Entquellung verursachende Salz noch in zu geringer Konzentration vorhanden ist. Um dieser Situation gerecht zu werden, müsse man noch mehr Salz geben. Widal's Erfolge bei Salzentziehung sind zu verstehen, wenn man berücksichtigt, dass damit das Verlangen des Patienten nach Wasser ungeheuer vermindert wird. Ebenso sorgt die Karell-Diät dafür, dass neben geringen Salzmengen auch wenig Wasser aufgenommen wird, dazu kommt, dass schon unter normalen Umständen mehr als die Hälfte des gesamten Wasserverlustes durch die Lungen und die Haut geschieht (bei Patienten oft noch warmes Zimmer und Schwitzen!). Auf den normalen Wasserverlust von ca. 1.500 ccm Wasser, kommen 500 ccm Verlust durch die Lungen und 1.000—2.000 ccm durch die Haut. Es wird also selbst ein anurisches Individuum darum einen beträchtlichen Gewichtsverlust aufweisen (1 kg und mehr). Dagegen ist der Verlust an Salzen an die Atmosphäre viel geringer, es kommt also zu einer Salzanreicherung in den Geweben des Körpers und weiterer Dehydration. Die grosse Bedeutung einer solchen Entquellung in den Geweben (z. B. Niere, Gehirn) liegt auch darin, dass die Zirkulationsverhältnisse auch lokal gebessert werden, wodurch die Entsäuerung des CO_2-beladenen oder sonstwie sauren Gewebes bewerkstelligt wird und es so immer wieder zum circulus vitiosus kommt: weitere Dehydrierung, noch günstigere Zirkulation. (Näheres bei M. H. Fischer: Kolloidchemie der Wasserbildung.)

Bisher haben wir über die qualitativen und quantitativen Veränderungen der Nierenausscheidung, verursacht durch anstrengende Muskelarbeit, gesprochen. Es drängt sich nun die Frage auf, inwieweit die bei Körperarbeit auftretende Ausscheidung von Eiweiss und Form-

elementen durch die Niere, also Symptomen wie bei Nephritis, pathologisch ist.

Den sichersten Beweis, dass es sich bei solchen Auswirkungen der köperlichen Anstrengung auf die Niere um nichts Pathologisches handelt, erbringen die langjährigen Erfahrungen und Beobachtungen vieler Autoren. Nirgends wird von einem Übergang einer Sport- oder Anstrengungsalbuminurie in Nierenerkrankung berichtet, alle Autoren halten sie für durchaus »gutartig«.

Dass es sich bei der Sportalbuminurie um eine im Bereich des Funktionellen liegende Erscheinung handelt, geht aus unseren Erörterungen hervor; die Annahme verschiedener Autoren, dass der Grad der Eiweissausscheidung für jedes Individuum charakteristisch sei und der Standpunkt, durch Training könne eine Übbarkeit der Niere, oder sogar eine Durchlässigkeitsänderung des Epithels erreicht werden, ist wohl nur in sehr eingeschränktem Ausmasse berechtigt. Es kann durch Training einer gewissen Arbeitsleistung die Eiweissausscheidung beim selben Individuum im Laufe der Zeit abnehmen — das beruht aber nur auf einer ökonomischeren Arbeitsweise des Organismus, bzw. geringerer Milchsäureanschwemmung; oder mit Schenk gesprochen, ist nicht die erreichte Leistungshöhe ein Mass der Muskelbeanspruchung, weil sie von der seelischen Verfassung und dem Training abhängig ist. Jervell kam sogar auf Grund seiner Untersuchungen zum Schluss, dass bei einer Milchsäurekonzentration von 75 mg% im Blut regelmässig Albiminurie auftritt.

Wir können aber auch vom theoretischen Standpunkte aus zur Überlegung kommen, dass es sich bei der Sportalbuminurie um eine wirkliche Schädigung nicht handeln kann und dass sie trotz der mit der Nephritis gemeinsamen Symptome von ihr zu trennen ist. Askanazy äussert sich über die ursächlichen Merkmale des Entzündungsbegriffes u. a. »Entzündung ist pathologisches Geschehen, also muss der Reiz eine pathologisch-biologische Erregungstiefe besitzen. Das hat schon Virchow ausgesprochen, als er das »Irritamentum« der Entzündung in einer »Schädigung« oder »Ernährungsstörung« der Zellen suchte. In der Tat liegt die Wesenheit des Entzündungsreizes darin, dass der primäre Reiz in wichtigere, folgenschwerere sekundäre und gegebenenfalls tertiäre usw. Reize umgesetzt wird, indem der häufige äussere Reiz sofort zu einem inneren, im Gewebe erzeugten Reiz Anstoss gibt, der gewöhnlich seinen morphologisch feststellbaren Ausdruck findet. Bei den infektiösen Entzündungen schliesst sich der äussere Reiz ins Gewebe ein, gebiert sich in die von ihm abstammenden äusseren Reize (Toxine, Endotoxine, Haemolysine usw.). »Aber auch die primären inneren Reize bei Gicht, Uraemie, bei sogen. neurogenen Entzündungen haben sekundäre innere Reize im Gefolge. Während der primäre Reiz art-, körper- oder ortsfremd ist, ist der innere sekundäre Reiz »körpereigen«, aber die Folge einer vitalen Störung, also in unphysiologischem Zustand wirksam.«

Nun ist die Milchsäure ein normal im Blute vorhandener Stoff, in körperlicher Ruhe in Mengen von ungefähr 8—14 mg%, bei mittlerer Arbeit 15—30 mg%. Beim 400 m-Wettlauf wurden Werte von 241 mg% gefunden (Schenk). Diese hohe Konzentration könnte im Vergleich zu den normalen Mengen die nötige »pathologisch-biologische Erregungstiefe« besitzen, doch ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Stoff, der normal ohne Schwierigkeiten, und bei schwerer Anstrengung, sobald körperliche Ruhe eintritt, verbrennt und assimiliert wird, in seinen »unphysiologischen Zustand« wirksam sein könnte, sehr gering. Nun halten sich aber neuere

Autoren gerade an die Säuerung »als die Reizquelle der Entzündung« und Schade hat die Steigerung der CO_2-Spannung im Bereiche des entzündeten Gewebes betont.

Rhodes berichtet von einer Stufenleiter zunehmender Gewebesäuerung, deren Grad mit der Steigerung der entzündlichen Affektion vom Ödem bis zur Eiterung und Gewebstod zunimmt. Mit Rücksicht auf diese Beobachtungen müssen wir die Entzündungsreizquelle, welche die Säuerung durch die Milchsäure sein könnte, als nicht lange genug dauernd auffassen; eine längere Dauer der Auswirkung der Milchsäure als Entzündungsreizquelle ist aber aus dem einfachen Grunde nicht möglich, weil sie in höheren, eventuell »schädigender« Konzentration nur bei schnellsten Muskelkontrationen entsteht, deren Dauer aber durch verschiedene andere Faktoren (Ermüdung usw.) begrenzt ist.

Wie wirkt sich der Sport, zusammenfassend betrachtet, auf die Niere aus? Diese Frage können wir nur eindeutig beantworten, wenn wir eine scharfe Trennung ziehen zwischen der Albuminurie als Folge gesteigerter körperlicher Anstrengung, also der Sportalbuminurie und der »Steh«-(Haltungs-, lordotischen usw.) Albuminurie. Zwar wird auch diese letztere, von der wir schon erwähnt haben, dass sie von einigen Autoren funktionell nicht von der Sport- (»Geh«-) Albuminurie getrennt wird, von fast allen Forschern als »gutartig« bezeichnet, doch haben in seltenen Fällen einige Autoren [Senator, v. Stejskal, Johle, Pollitzer, Teissier, Nassau (nach J. Bauer)] Umwandlungen und Übergänge in schleichende, chronische Nephritiden gefunden.

Man hat die verschiedensten Ursachen für das Zustandekommen dieser Steh-Albuminurien angeführt — v. Leube führt es auf die grössere Durchlässigkeit der Glomerulusepithelien für Eiweiss zurück, also minderwertige Veranlagung der Nieren, Hypoplasie des Gefässsystems, besonders der Nierenarterien; bekannt ist Jehles Lordose-Theorie, beruhend auf einer Wachstumsinkongruenz, die eine Zerrung der Nierenvenen zur Folge hat, wodurch ein Reflex der ausserordentlich erregbaren Nierengefässe ausgelöst wird; andere Autoren versuchen sie mit bestimmten Konstitutionstypen — Status thymolymphaticus oder hypoplasticus, typischen Asthenikern — in Verbindung zu bringen; sehr oft erweist sie sich als erblich und ist in »einem Milieu allgemein degenerativer Köperverfassung« anzutreffen (J. Bauer). »Eine nähere Klassifikation der Menschen mit konstitutioneller Albuminurie« ist nach J. Bauer »nicht durchführbar.« Obwohl es nach Letzterem Übergänge gibt von der physiologischen, schon normal vorkommenden Albuminurie, bis zu den verschiedensten Abstufungen der Albuminurie auf Reize, auf die der »Normale« nicht reagiert, so können wir auf Grund der Erfahrung, dass bei Sportalbuminurie die Eiweissausscheidung ungefähr parallel dem Milchsäure-Blutspiegel geht, eine physiologisch gerechtfertigte Trennung von der lordotischen Albuminurie ziehen. Auch wenn die Albuminurie überhaupt auf einen gemeinsamen Nenner, der Säuerung als solcher, beruht, so scheiden trotzdem praktisch die meisten übrigen Mechanismen, die eine Säuerung verursachen können, für unsere Betrachtung aus.

Haben wir bisher die Möglichkeit einer Schädigung der Niere durch den Sport erwogen und abgelehnt, so ist die Frage einer günstigen Beeinflussung durch den Sport vom spekulativ-theoretischen Standpunkte aus eventuell zu bejahen.

Für die Nierenepithelien (bzw. kolloidalen Anteil der Niere) scheint die Erfahrung, dass sie parallel dem Milchsäureblutspiegel reagieren (nach

Jervell bei 75 mg%) dahin zu weisen, dass sie sich dauernd unverändert verhalten; so ist eine Beeinflussung der Funktion nur im Sinne einer Veränderung des Verhaltens der Nierengefässe zu erwarten. Wird die Niere besser durchblutet, ko bekommt sie auch mehr O_2 zugeführt, und es kommt lokal zu einer Entsäuerung. Da die Nierengefässe den sympathico-adrenalen Reiz (Cannon), welcher bei Körperarbeit ausgelöst wird, mit Kontraktion beantworten, so könnte nur ein diesem entgegengesetzt wirkender Reiz die Nieren-Sauerstoffversorgung verbessern. Nun hat W. R. Hess (vgl. Kreislaufkapitel) tatsächlich einen als »Entlastungsreflex« bezeichneten Mechanismus geschildert, der in seinem Effekt dem des »Nutritionsreflexes« (hierher gehört auch Cannon's sympath. adrenaliner Reiz) entgegengesetzt wirksam ist. Der Entlastungsreflex erzielt eine bessere Ökonomisierung: dem tätigen Organ (Muskulatur) wird nur das Mindestmass der nötigen Blutzufuhr bewilligt. Das übrige Blut zirkuliert wieder in grösserem Ausmasse in anderen Gebieten, auch im Splanchnikus-Gebiet und somit in der Niere. Symptome, die auf ein dauerndes Überwiegen des Entlastungsmechanismus hinweisen, findet man besonders bei trainierten Sportsleuten (vergl. Kreislauf-Kapitel).

III. Einfluss des Sportes auf den Bewegungsapparat.

Eine kurze anatomisch-physiologische Überlegung über die Funktion des Bewegungsapparates und seine erhöhte Beanspruchung durch den Sport führt uns zu der Frage, ob sich die erhöhte Beanspruchung nicht irgendwie am Bewegungsapparat selbst kundgibt. Diese Frage hat als erster W. Baetzner beantwortet, indem er auf Grund des klinischen Befundes und des Röntgenbildes bei vielen Sportsleuten pathologisch-anatomische Veränderungen am Bewegungsapparat festgestellt hat. Bevor wir uns mit der Veränderung selbst befassen, wollen wir kurze Erwägungen vorausgehen lassen, um einen Einblick in jene Faktoren zu gewinnen, die das Zustandekommen eines Sportschadens ermöglichen, bzw. beschleunigen können.

Das Skelettsystem lässt sich vom funktionellen Standpunkte aus mit einer Hebelmaschinerie vergleichen. Die Kräfte greifen an den Hebeln in Form von Muskeln an, die Muskel wirken auf den Hebel selbst ein. Durch Unterbrechung der einzelnen Hebel in Form verschiedener Gelenke, sowie durch eine entsprechende Anordnung der Gelenkkapseln, -Bänder und Muskulatur gestattet der Mechanismus einerseits eine feinstabgestufte Bewegungsfreiheit, anderseits eine feinstabgestufte Arbeitsleistung. Dass mit dieser einmaligen Anordnung, mit der Organisation des Skelettmuskelsystems, auch seine Funktion bestimmt und scharf umgrenzt ist, lehrt ein vergleichender Blick auf die Skelettorganisation und funktionelle Leistung verschiedener Tiere. Das einmal vorhandene, für die Art, bzw. das Individuum typische Skelettsystem samt Kapsel, Bänder und Muskulatur stellt dauernd ein funktionelles Ganzes dar; dafür gibt es genug Beispiele. Auf Belastung reagiert der Knochen mit einer entsprechenden Strukturanordnung, wie sie besonders schön am oberen Femurende zum Ausdruck kommt; dass diese strukturbestimmenden Kräfte dauernd ansprechbar sind, zeigt der Verlauf einer Knochenbruchheilung, Knochentransplantate usw. Die gegebene Skelettstruktur beeinflusst aber auch die Muskulatur; so z. B. steht nach Kopsch die Entwicklung der Wade in umgekehrt proportionalem Verhältnis zur Länge des Calcaneus in Bezug auf seine Hebelwirkung.

Für das funktionelle Verhältnis zwischen Muskulatur, Skelettsystem und Gelenken bringt die Poliomyelitis einen deutlichen Beweis; sie zeigt aber auch die grosse Bedeutung einer koordinierten Funktion einzelner Muskelgruppen untereinander. Die Einheit des Skelettmuskelsystems äussert sich auch in dem an sich noch ungeklärten Vorgang, dass bei schwererer Schädigung des Skelettgelenksystems sehr schnell eine Atrophie der Muskulatur eintritt, für deren Schnelligkeit des Eintretens nach Beobachtungen am Quadriceps fomoris die Inaktivität nicht als Ursache in Frage kommen kann (Bier).

Eine besondere Beachtung in der Belastungsmechanik erfordern die Gelenke. Sie werden in zweifacher Richtung beansprucht: erstens greift

eine Kraftkomponente bei der Muskelaktion am Gelenk an, wo sie sich als Druck äussert; zweitens wirkt eine statische Belastung als Druck direkt auf das Gelenk. Am häufigsten wird das Gelenk wohl in Bezug auf beide Belastungsarten gleichzeitig beansprucht, doch tritt bei einzelnen Sportarten die eine oft deutlich in den Vordergrund. Da das beanspruchte Material — der Gelenkknorpel — durch viele seiner Eigenschaften Analogieschlüsse mit dem Verhalten des elastischen »toten« Materiales auf Schwingungsbeanspruchung erlaubt, so wollen wir (nach Knoll) einige Grundeigenschaften eines anorganischen Materiales in Bezug auf Schwingungsbeanspruchung wiedergeben: Bei andauernder Schwingungsbelastung kommt es bei anorganischem Material »trotz unveränderter Belastung« als Folge der »Ermüdung des Materiales« zu Brüchen. Diese erfolgen besonders an Stellen der Materialfehler; aber auch bei intaktem Material treten als Folgen der Schwingungsbeanspruchung an der Oberfläche kleine Einrisse auf, die als »Gleitlinien« in der Richtung des geringsten Widerstandes verlaufen. Unterhalb einer gewissen Belastungsgrenze kommt es niemals zum Bruch. »Ermüdetes Material« ist durch Schonung, durch Lagerung erholungsfähig, es kommt zur »Heilung«; davon zu trennen ist der Begriff des irreversiblen Alterns des Materials. Schwingungsbeanspruchung gefährdet das Material umso stärker, je unregelmässiger die Stösse erfolgen, je weniger Zeit dem Material gelassen wird, sich von den Stössen zu erholen. So sind nach Henschen sowohl die Marschfrakturen als auch die Spontanfrakturen bei übertrainierten Rekruten Schwingungsbrüche. Das »terminale Durchbrechen« ist die Folge der vorher entstandenen Gleitlinien. Ähnliche Vorgänge spielen sich beim Zustandekommen von Muskel- und Sehnenrissen ab. Zur Dämpfung der Stösse und Druckwirkungen sind die Knochenenden mit Gelenkknorpel überzogen, der bei einem grossen Teil der Gelenke vom benachbarten Knochen durch eine elastische Membran abgegrenzt ist, welch letztere zugleich den gefässlosen Knorpel vom gefässhaltigen Knochen scheidet (Ishido). Dadurch, dass der Knorpel eine schlechte (z. B. Menisken), bzw. keine eigene Gefässversorgung aufweist, sind die Bedingungen für akut entzündliche Vorgänge ungünstig. Sie treten erst sekundär auf, während dagegen die degenerativen Vorgänge bei traumatischen Schädigungen in den Vordergrund treten.

An Hand dieser physiologisch-anatomischen Betrachtungen können wir erwarten, dass es unter sonst gleichen Bedingungen — worunter wir in der Hauptsache die konstitutionell bedingte Beschaffenheit des Knorpels, Knochens und der Bänder meinen — umso eher zu Schädigungen am Bewegungsapparat kommen kann, je mehr mit einer bestimmten Sportart eine sowohl von der durchschnittlichen, normalen Quantität als auch eine von der Qualität abweichende Beanspruchung des Bewegungsapparates einhergeht.

Ein entscheidend mitbestimmender Faktor beim Zustandekommen eines Sportschadens im Sinne »der überphysiologischen Beanspruchung« Baetzners ist wohl das konstitutionelle Moment (vergl. Hoske, Knoll). Wir haben schon an anderer Stelle von der oft anzutreffenden angeborenen Minderwertigkeit der Abkömmlinge des Mesoderms gesprochen. Sie kann in so hohem Grade vorhanden sein, dass schon die normale Beanspruchung, bzw. Funktion zu Schädigungen im Sinne der »Abiotrophie« führen kann (Gower).

Liegt nun der Schwellenwert für die »schädliche« Funktion etwas höher, so ist es klar, dass durch die erhöhten Anforderungen, die der

Sport an die Funktion stellt, je nach der Mehrbeanspruchung auch die schädigende Wirkung früher oder später eintritt. Diese feinsten Übergänge verschiedener Wertigkeiten des Stützgewebes bis zum Normalen, machen eine Trennung zwischen dem Anteil der Konstitution und dem Anteil der Peristase, also dem Sport, oft unmöglich, vorausgesetzt, dass nicht andere Symptome, die auf die konstitutionelle Bedingtheit schliessen lassen, vorhanden sind.

Unter sonst gleichen Bedingungen sind Schädigungen des Gelenkapparates umso eher zu erwarten, wenn die Beanspruchung durch die spezielle Art der Übung immer wieder an den selben Stellen des Gelenkes angreift; letzteres noch besonders, wenn dabei die Belastung dazukommt (Wurfmittel, Körpergewicht, Gegenstoss).

Eine grosse Rolle bei der Entstehung von Gelenkschäden müssen wir der Ermüdung zuschreiben. Durch den dauernd vorhandenen Antagonistentonus wird ein gleichmässiger Ablauf der Druck-, bzw. Stosswirkung, die sich auf das Gelenk überträgt, gewährleistet. Bei Ermüdung der tätigen Muskelgruppen nehmen benachbarte Muskeln an der Bewegungsvollführung teil (During). Dadurch werden die Bewegungen ausladender, dadurch wird die Wirkung am Gelenk ungleichmässig, »unphysiologisch«, da durch sportlichen Ehrgeiz und Willensbeeinflussung der normale Impuls, der eine Erholung des ermüdeten Organismus fordert, ausgeschaltet wird und die Aktivierung anderer Muskelgruppen zur Vollführung der selben Übung nur einen minderwertigen Ersatz darstellt, der sich umso unphysiologischer auswirkt, je mehr das gleiche Ziel — die Höchstleistung — damit verfolgt wird.

Aber auch von einem anderen Gesichtspunkt aus gesehen erfordert die durch die erhöhte Sportleistung hervorgerufene Ermüdung besonderes Interesse. Wenn auch prinzipiell eine Trennung des in der Sportausführung erlittenen traumatischen Gelenkschadens von den »Sportschäden« im Sinne Baetzners anzustreben ist, so geht eine bestimmte Sportart doch oft mit einer für sie charakteristischen traumatischen Schädigung einher. Anderseits bestehen aber kausale Zusammenhänge zwischen Trauma und Ermüdung. Durch die Anamnese kann oft eruiert werden, dass ein Trauma am Ende einer schweren sportlichen Leistung erfolgte; ein klassisches Beispiel dafür ist z. B. wenn ein gut trainierter Sportsmann sich durch Umknicken des Fusses »zufällig« eine »Zerrung« zuzieht.

Solche und ähnliche Zufälle finden ihre Klärung nur, wenn man die Folgen der Ermüdung am Muskel selbst ins Auge fasst. Beim ermüdeten Muskel ist die Latenzzeit — also die Zeit, die vom Eintreffen des Reizes im Muskel bis zu dessen Kontraktion vergeht — verlängert, ebenso die Refraktärperiode. Setzt sich der koordinierten Bewegung ein Widerstand entgegen, so werden reflektorisch diejenigen Muskeln innerviert, die der unphysiologischen Beanspruchung entgegenwirken. Der ermüdete Muskel reagiert aus den eben gesagten Gründen zu spät und die unphysiologische Beanspruchung gelangt zur Auswirkung. Kam es im angeführten Falle zu einem deutlichen Trauma, so können wir auf Grund der eben geschilderten Eigenschaften des ermüdeten Muskels schliessen, dass durch Ermüdung auf dieselbe Art auch kleinere, subjektiv kaum oder überhaupt nicht registrierte Traumen zustande kommen können, auch im Verlaufe der Übung. Man kann sowohl die Koordination der Muskelwirkung im Stadium der Aktion (Agonisten: Antagonisten), als auch deren intakte reflektorische Ansprechbarkeit als einen Schutzmechanismus der Gelenke

auffassen. Beide leiden in der Ermüdung: die Gelenke sind einer unphysiologischen Beanspruchung ausgesetzt, die je nach Art unter den kontinuierlichen Begriff vom »normalen« bis zum pathologischen Trauma (im eigentlichen Sinne des Wortes) einzureihen sind.

Handelte es sich bei der konstitutionellen Skelettbeschaffenheit um einen ererbt gegebenen Faktor, so ist die Ermüdung eine Folge des Sportes, bzw. der Art, wie er ausgeführt wird.

Wir haben diese theoretischen Erwägungen vorangehen lassen, um uns vom Standpunkte unseres Themas, der Beeinflussung des Sportes auf das Skelettsystem, bzw. die Gelenke den Ausgangspunkt für die Beurteilung der Befunde zu verschaffen.

Seit Baetzner als erster auf Grund seiner klinischen und röntgenologischen Befunde an einem grösseren Material von Sportsleuten auf die ursächlichen Zusammenhänge zwischen Sport und Gelenks-, bzw. Knochenveränderungen hingewiesen und sie auf »überphysiologische Beanspruchung durch Sport« zurückgeführt hat, wurden auch von anderen Forschern, wie W. Knoll, Heiss, Schmith, Hoske, u. a. Untersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind ähnlich jenen von Baetzner; es wurde aber eine scharfe Trennung zwischen traumatischen Schädigungen, beruflichen Schädigungen und den eigentlichen »Sportschäden« im Sinne Baetzners versucht (vergl. W. Knoll). Schon aus unseren theoretischen Erwägungen geht hervor, dass viele Faktoren ineinandergreifen, die diese Trennung erschweren, anderseits kann man einzelne Abnormitäten als Anpassungserscheinungen deuten, die aber, sobald sich eine »Funktio laesa« hinzugesellt, als pathologisch bezeichnet werden müssen, und es ist von Fall zu Fall schwer zu entscheiden, wo, bzw. wann dieser Zustand beginnt.

So wichtig auch die Frage dieser Trennung praktisch ist (z. B. Unfallsbegutachtung, Knoll) und das Trauma in jedem Fall anamnestisch zu eruieren ist, so könnten nur sehr grosse Untersuchungsreihen an Ausübenden verschiedener Sportarten mit genauer Anamnese erst ergeben, wie gross der Prozentsatz der Sportschäden im eigentlichen Sinne des Wortes ist, wie oft sich konstitutionelle Zusammenhänge erkennen lassen; daraus wäre es klar ersichtlich, inwiefern eine bestimmte Spezialisierung auf eine Sportart schädigend wirkt. Aber auch die statistische Einbeziehung jener Veränderung am Skelettgelenksystem, die nach Knoll »als Folge zeitlich mehr oder weniger auseinanderliegender, kleiner Schädigungen« sich summieren und die er auch unter den Begriff des Traumas einreiht (deren Bezeichnung als »Sportschäden« im Sinne Baetzners er ablehnt), müssten wir im Rahmen unserer Fragestellung berücksichtigen, da diese uns genauer aussagen könnte, als es aus dem bisherigen Material hervorgeht, inwiefern die Ausübung einer Sportart, bzw. in wie grossem Ausmasse sie mit solchen traumatisch bedingten Änderungen einhergeht. Obwohl z. B. eine durch Skiunfall hervorgerufene Meniskus-Verletzung bei dieser Sportart besonders oft anzutreffen ist, so ist diese Verletzung doch ausgesprochen traumatisch. Wenn sich aber bei einem Boxer traumatisch bedingte Gelenksveränderungen zeigen, die auf ein oftmaliges geringeres Trauma zurückzuführen sind, so sind die Beziehungen zwischen der Sportart und der Art der Veränderung viel enger (die event. kausalen Zusammenhänge mit der Ermüdung haben wir oben angedeutet).

Die von Baetzner erhobenen, als »Sportschäden« bezeichneten pathologisch-anatomischen Veränderungen am Bewegungsapparat, lassen sich kurzgefasst wiedergeben in Bezug auf Veränderungen an Knochen,

Bändern, Muskelansätzen und am Gelenkknorpel. An den Ansätzen starker Muskelmassen oder stark beanspruchter Bänder fand Baetzner »periostale Verdickungen und osteophytenartige Knochenbildungen«. Bei Operationen an Gelenken zahlreicher Sportler konnte er »neben proliferierenden Vorgängen in Form von Aufrauhungen und Auflagerungen, periostalen und myelogenen Wülsten, Osteophytenbildung und von freien ossalen Körpern auch Veränderungen atrophischer Art, subchendrael Einbrüche, Defektbildungen und vermehrte Resorption nachweisen«.

Analoge Befunde konnte Heiss an Teilnehmern der Olympiade zu Amsterdam machen, die also in Höchstform waren und von denen keiner grössere Beschwerden hatte, »nur wenige klagten über leichteres Ermüden oder Knirschen ihrer Gelenke«. Nur vereinzelt wurde angegeben, dass »nach einigen Würfen oder Sprüngen leichte Schmerzen auftraten, die ein Aussetzen des Trainings nötig machten«. Die Befunde sind aus einer Tabelle, die wir aus Heiss' Arbeit entnehmen, ersichtlich:

Verteilung der gröberen Sportschäden auf die einzelnen Sportarten

	Kurzstrecke	Mittelstrecke	Langstrecke	Springer	Radler
Anzahl der untersuchten Leute	17	27	30	15	21
Zahl der Gelenkaufnahmen:					
Kniegelenk	16	21	29	11	21
Sprunggelenk	4	16	9	8	2
Zahl der gröberen Veränderungen	2	7	2	2	2

	Mehrkampf	Werfer	Boxer	Ringer	Schwerathleten
Anzahl der untersuchten Leute	7	11	19	5	7
Zahl der Gelenkaufnahmen:					
Kniegelenk	4	1	—	1	—
Sprunggelenk	1	—	—	—	—
Schultergelenk	2	4	10	3	7
Handgelenk	1	6	11	—	4
Ellbogengelenk	4	4	10	3	2
Zahl der gröberen Veränderungen	—	2	4	2	1

(Es wurde hierbei nur einmal gezählt, wenn bei demselben Sportsmann dasselbe rechte und linke Gelenk aufgenommen worden war.)

Heiss glaubt in diesen Veränderungen »eine beginnende oder schon eine mehr oder weniger ausgeprägte Schädigung erkennen zu müssen«, da auch Baetzner bei sich über Jahre erstreckenden Beobachtungen ähnlicher Fälle beobachten konnte, dass durch weitere sportliche Überanstrengung es »doch noch zu Beschwerden und ernsteren Schädigungen« (Einklemmungserscheinungen, schwere arthristische Veränderungen usw.) kommen kann.

Hoske betont auf Grund von an 70 Fussballspielern gemachten röntgenologischen Untersuchungen das konstitutionelle Moment, weil ihm auffiel, dass immer wieder bei denselben Leuten Gelenksveränderungen an Stellen grösserer Inanspruchnahme der Gelenke anzutreffen sind.

Nach Heiss' weiteren Untersuchungen an 182 Sportsleuten (Hochschülern und Kursisten) konnten bei 42 Fällen stärkere Veränderungen festgestellt werden. Davon konnten 6 ihre Gelenke nicht voll bewegen, bei 77 stellten sich nach stärkerer Beanspruchung Beschwerden ein. Alles in allem ist aber die Zahl der bisher veröffentlichten Untersuchungsergebnisse an Sportlern viel zu gering, als dass wir unsere vorausgeschickten theoretischen Erwägungen auch durch Zahlen belegen könnten.

Zusammenfassend können wir unsere Fragestellung über die Beeinflussung des Bewegungsapparates durch Sport nur so beantworten, dass einseitig betriebener Spezialsport (Baetzner, Heiss), sowie Rekordsport (Baetzner) besonders oft mit »Sportschäden« einhergehen; in welchem Ausmasse das geschieht, lässt sich auf Grund der bisherigen Untersuchungen noch nicht endgültig beantworten.

IV. Einfluss des Sportes auf die Kreislauforgane, insbesondere auf das Herz.

Zuerst wollen wir den Mechanismus und die Regulation der Kreislauforgane für sich ins Auge fassen, dann insbesondere jene des Herzens. Dies wird uns die Einsicht in die Correlationen, die zwischen der Peripherie und dem Zentralorgan des Kreislaufsystems herrschen, erleichtern und zugleich den Standpunkt für die endgültige Bewertung der diesbezüglichen Abweichung bei Sportlern schaffen.

Im Folgenden lassen wir unseren eigentlichen Betrachtungen eine kreislaufphysiologische Übersicht vorangehen und halten uns im wesentlichen an die neuesten Versuchsergebnisse zusammenfassende Monographie von W. R. Hess: »Die Regulierung des Blutkreislaufes.« Verlag Thieme, Leipzig 1930.

Die Anordnung des Kreislaufes in einzelne Kreislaufabschnitte bringt es mit sich, dass wir uns die Rollen einzelner Abschnitte, wie Kapillaren, Arterien, Venen, Milz, Herz, die sie im gegenseitigen Zusammenwirken spielen, bzw. spielen können, einzeln vergegenwärtigen.

Die Kapillaren bilden das eigentliche Austauschorgan zwischen Blut und Geweben. Von ihrem Füllungszustand hängt die Funktion eines Organes, also auch des Muskels ab. Die Kapillaren verfügen über eine selbständige Motorik. Momente, die eine Lumenveränderung verursachen, sind verschieden. Uns interessiert ausser der durch Nervenvermittlung bewirkten Konstriktion und Dilatation in erster Linie, dass durch gewisse Stoffwechselprodukte, die im Gewebe entstehen, eine Dilatation der Kapillaren auftritt. Vielleicht steht die Wasserstoffionenkonzentration-Verschiebung im Vordergrund beim Zustandekommen der Dilatationswirkung, wie sie auch bei Arterien vorhanden ist, — doch kommen daneben noch andere spezifische Produkte in Betracht, z. B. die im Gewebe, besonders auch im tätigen Muskel auftretenden, histaminartig wirkenden Substanzen.

Die Bedeutung der Kapillarmotilität liegt in zwei Richtungen: erstens in der Blutverteilung innerhalb engst begrenzter Parenchymbezirke; zweitens, soweit die Querschnittsänderung die Kapillaren eines bestimmten Gebietes in ihrer Gesamtheit umfasst, ergibt sich eine Entfaltung, bzw. Einraffung der Austauschfläche zwischen Blut und Gewebe. Der Druck, der nötig ist, um das Blut durch die Kapillaren zu drängen, ist relativ gering, da man sich den Blutdurchtritt durch das Kapillarnetz eigentlich als ein »Durchsickern durch ein auf breiter Fläche verteiltes System kurzer, ungeheuer zahlreicher Poren vorstellen muss« (Hess). Da aber die Kapillaren durch ihre ausser-gewöhnlich grosse Zahl eine grosse Menge Blut aufnehmen können — nach Krogh macht sie beim Muskel des Hundes annähernd 10% des Muskelvolumens aus — so kann es je nach dem Zustand der Kapillarweite bestimmter Gebiete zu grösseren Verschiebungen der Blutmenge kommen.

Von entscheidender Bedeutung für die Kreislaufregulierung ist das Arteriengefässsystem. Der grosse Einfluss, den die Arterien auf die Blutströmung haben, beruht auf dem erstaunlichen Effekt der Veränderung der Gefässweite. Vergleicht man die durch Kontraktion der Arterienmuskulatur bewirkte Verkürzung eines Umfangelementes mit dem Widerstand in diesem gegebenen Arterienabschnitt, so ergibt sich, dass der Widerstand im reziproken Verhältnis zur 4. Potenz des Umfanges steht. Verkürzt sich ein zirkulär aktives Wandungselement auf die Hälfte, so bedeutet das eine Zunahme des Widerstandes auf das 16fache! (W. R. Hess.) Durch Konstriktion, bzw. Dilatation grösserer Gebiete, kann es so zu grossen Blutmengenverschiebungen und weitgehenden Veränderungen der Zirkulationsverhältnisse kommen. Die Anteilnahme an dieser

Regulation ist also in erster Linie an die muskelstarken Arterien gebunden und es muss hervorgehoben werden, dass die zum lebenswichtigen Gehirn führenden Gefässe verhältnismässig muskelschwach sind (Stöhr); sie werden sich bei all diesen Verschiebungen verhältnismässig passiv verhalten, wie alle anderen, den Übergang von schwach muskulösen zum elastischen Typus bildenden Arterien (Hess).

Von den reaktionsauslösenden Reizen bei Arterien interessieren uns in unserem Zusammenhang 1. der Säurereiz, 2. der Sauerstoffmangel als Gefässreiz, 3. Wirkung der cholinartigen Produkte, 4. Histaminwirkung, 5. Adrenalinwirkung. Der Säurereiz wirkt bis zu gewissen, nicht allzu hohen Konzentrationen gefässerweiternd, wobei die Frage nicht eindeutig gelöst ist, inwieweit es sich um den Kohlensäurereiz als solchen oder um den Säurereiz überhaupt handelt. Doch ist der dilatatorische Effekt der Säurewirkung relativ gering (nach Versuchsergebnissen von Fleisch maximal 200%, während unter physiologischen Bedingungen Steigerungen des Durchflussvolumens auf das 12fache des Ruhewertes vorkommen (Hess). Der Sauerstoffmangel als Reiz ist nicht vollkommen eindeutig, da er sich indirekt auf dem Wege einer Säuerung des Gewebes äussern kann, teilweise aber liefert der bei Sauerstoffmangel ablaufende Stoffwechsel hochaktive spezifische dilatatorische Reizstoffe. Auf Histamin antwortet der zentrale Abschnitt der Arterien mit Konstriktion, die periphersten Gefässe mit Vasodilatation.

Unser grösstes Interesse unter den Reizwirkungen beansprucht die Wirkung des Adrenalins; die Arterien beantworten den Adrenalinreiz mit Konstriktion: am intensivsten die Arterien des Verdauungsapparates; es folgen Haut und Nierenarterien; weniger ausgesprochen ist die konstriktorische Bereitschaft der Skelettmuskelarterien, noch wesentlich unausgesprochener jene des Gehirnes. Die vasodilatatorische Wirkung ist auf wenige Stromgebiete beschränkt. Sie ist bevorzugt am Koronargefäss, bedingungsweise tritt sie bei Lunge, Muskel, Niere, Nebenniere auf.

Sehr interessant im Zusammenhange mit den Ergebnissen der Adrenalinwirkung ist, dass die konstriktorische Nervenwirkung des Sympathikus sich mit jener des Adrenalins weitgehendst deckt, was »die innigen Beziehungen zwischen diesen beiden Reizmechanismen bestätigt (Hess)«, und die als »Notfallsfunktionen des sympathico-adrenalen Systems« (Cannon) auftretenden Erscheinungen näher zu beleuchten vermag.

Noch eine Besonderheit der Reaktion der Arterien auf Adrenalin wollen wir hier hervorheben: die herznahen, der Adrenalindrucksteigerung am stärksten ausgesetzten Teile reagieren ausschliesslich mit Spannungszunahme. Auch die ausgeschnittene, überlebende Arterie reagiert auf erhöhten Innendruck mit Spannungszunahme der kontraktilen Elemente.

Zusammenfassend lässt sich also über die Bedeutung der Arterien im Dienste der Steuerung der Kreislaufregulierung folgendes sagen: indem durch Kontraktion in einem Gebiete eine Verschiebung in der Verteilung des Blutstromes eintritt und das Blut in andere Gebiete vermehrt zufliesst, teilweise, indem es nach Gebieten verminderten Widerstandes, also in erster Linie in jene mit dilatierten Arterien weicht, teilweise indem die Kontraktion grösserer Arteriengebiete mit beträchtlicher Blutdruckzunahme einhergeht und die muskelschwachen Arterien rein passiv gedehnt werden, wodurch auch eine Stromvolumenzunahme in den von diesen Arterien versorgten Gebieten erreicht wird (z. B. Gehirn). Hess nennt diese Funktion der Arterie die »dynamische, stromdosierende« zum Unterschied von der »statischen, druckadaptierenden« Funktion, wie wir sie bei herznahen Arterien sehen, z. B. nach Adrenalin. Der Sinn der letzteren druckadaptierenden Funktion ist: Verengung, Schonung, Entlastung der Arterienwand, da nach den Gesetzen der Hydrostatik die auf den Wandungen ruhende Last unter sonst gleichen Umständen umso grösser ist, je weiter das Gefäss ist (Hess).

Die Venen verhalten sich, wenn auch mit geringerer Intensität des Effektes, auf chemische und nervöse Reize sehr ähnlich den Arterien. Als blutdruckbestimmender und auf einzelne Gebiete dosierend wirkender Faktor spielen sie kaum eine Rolle. Umso grösser ist deren Rolle für das Stromvolumen. Je nach dem Zustand des grosse Blutmengen zu fassen vermögenden Venensystems wird sich auch das arterielle Stromvolumen verhalten und solange in dem einzelnen Strömungsvolum-Niveau verbleiben, als der jeweilige Gefässquerschnitts-Zustand im Venensystem dauert. Besonders rasch werden sich die Inhaltsverschiebungen herznaher Gebiete auswirken, da ja das Herz nur soviel Blut ausstossen kann, als es selbst bekommt (Starling).

Seit Barcroft's Untersuchungen, die ergaben, dass durch Kontraktion der Milz die zirkulierende Blutmenge bedeutend zunehmen kann — bei Katzen 6—15% — und dass sie der Intensität der körperlichen Arbeit parallel geht, ist ihre Bedeutung für den Kreislauf in den Vordergrund getreten. In ihrem Verhalten gegenüber verschiedenen Reizen lehnt sie sich stark an das Verhalten der Venen an, besonders stark ausgesprochen ist ihre Konstriktion auf Adrenalin.

Die experimentellen Befunde, die die autonome Herzleistung, bzw. die Ausschaltung der extracardialen Steuerung, charakterisieren, sind eindeutig: sie gehen mit einer wesentlichen Schlagfrequenzänderung einher. Verändert sich der periphere Widerstand, z. B. durch erhöhten Druck in der Aorta, so tritt eine Zunahme der systolischen Spannung im linken Herzen auf (selbst bei künstlich konstant gehaltenem Schlagvolumen, Straub). Dabei kommt es zum Auftreten eines Restvolumens, welches sich mit steigendem peripheren Widerstand vergrössert, so dass es eine jeweilige praesystoliale Dehnung darstellt, welche die in der folgenden Systole auftretende Spannungsentwicklung gesetzmässig im voraus bestimmt (Starlings »law of the heart«).

Von grösster Bedeutung ist die Regulierung der Herztätigkeit durch extracardiale Faktoren.

Von den bei den Kapillaren und Gefässen erörterten Reizen ist zu erwähnen, dass der Säurereiz scheinbar eher eine Hemmung der Herzwirkung verursacht, dass aber das Histamin selbst in stärksten Verdünnungen einen fördernden Einfluss ausübt (Versuche am Frosch). Von all diesen Stoffen (Extrakte aus Leber, Niere, Milz, Skelettmuskel, Gehirn, die Perfusionsflüssigkeit des tätigen Muskels usw. (s. Hess), ist aber noch nicht sicher zu sagen, welche Rolle sie in physiologischer Hinsicht bei der Regulierung der Herztätigkeit spielen. Viel wichtiger und mit dem Sympathicusreizeffekt gleichsinnig ist der Adrenalinreiz auf das Herz.

Die sympathico-adronale Herzwirkung äussert sich durch steileres Anspringen der systolischen Spannung und dadurch, dass der Druck im linken Ventrikel stärker erhöht wird gegenüber dem Aortendruck. Sie scheint aber auch einen Einfluss zu haben auf den diastolischen Tonus des Herzens im Sinne einer Tonusverminderung (worauf besonders Hess hinweist). Das Wesen der sympathico-adrenalen Wirkung besteht in einer erhöhten Kraftentwicklung des Herzens, das ein vergrössertes Schlagvolumen in gekürzter Zeit auszutreiben und erhöhte Widerstände zu überwinden vermag und sich auch in einer Zunahme der Pulsfrequenz äussert (Meyer und Gottlieb).

Gegensätzlich zur sympathico-adrenalen Herzwirkung verhält sich die Vagus-Wirkung. Die systolische Spannung entwickelt sich träger, erreicht eine geringere Höhe und hört schneller auf (Straub). Die Folge ist, dass sowohl die Volumen-, als auch die Spannungsleistung der Systole herabsinkt. Einer in ihrer Wirkung verminderten Systole folgt eine langdauernde Diastole mit besonders ausgeprägter diastolischer Entspannung. Dadurch wird die Pulsfrequenz herabgesetzt (Hess).

Den scheinbaren Parallelismus der diastolischen Entspannung, die der sympathischen sowie der vagalen Einwirkung gemeinsam ist, und die mit der sonst gegensätzlichen Wirkung des Sympathicus und Vagus unvereinbar ist, erklärt Hess, ausgehend vom funktionellen Standpunkt, wie folgt:

Die sympathische diastolische Erschlaffung bezweckt eine möglichst schnelle Füllung, die Zeitersparnis wird ausgenützt zum steileren systolischen Anstieg und schnellerer Austreibung unter Kürzung der Ruhepause, während bei der Vaguswirkung alles auf eine Verlängerung der Ruhepause zielt: vorzeitiger Abbruch der Systole, beschleunigte Erschlaffung, also verkürzte Spannungsdauer.

An dieser Stelle wollen wir einen durch Erhöhung des Ventrikelinnendruckes direkt hervorgerufenen Vorgang, den Hess in Analogie zu jenem Vorgang in den Gefässen »als primitiven Schutzmechanismus gegen die Gefahr der Überdehnung« bringt, und der mit dem diastolischen Herztonus in Beziehung steht, anführen:

Wenn man den Vorhof entweder mit Luft oder mit Ringerlösung bläht, kann man das Froschherz dazu bringen, »mit abnormer Spannung die Diastole durchzuhalten (Pietkowsky, Löwe). Die direkte Blähung der Kammer selbst führt ebenfalls zu einer Tonussteigerung, welche unter

Umständen sich bis zur stark ausgesprochenen Kontraktur entwickelt« (Goltz, Roy, Koch, zit. Hess). Wir finden diese Erscheinung von grösster Bedeutung zur Klärung der Herzgrössenfrage bei Sportlern, worauf wir später eingehen wollen.

Zwei weitere extracardiale Faktoren, deren Wirkung die Kreislaufmotorik weitgehendst beeinflussen können, sind der Depressorreflex mit der reflexogenen Zone an der Aortenwurzel und der von Hering entdeckte Karotissinusreflex mit der reflexogenen Zone an der sinusförmigen Ausweitung der Carotis interna an ihrem Ursprung aus der Carotis comunis. Der Reiz, durch den diese beiden Reflexe ausgelöst werden, ist der Druck von innen, bzw. die dadurch veranlasste Wanddehnung. Die Ergebnisse vieler Untersucher, besonders jene von Heymans, brachten sehr weitgehenden Einblick in die Wirkung dieser »Entlastungsmechanismen«.

Die beiden Hauptsymptome sind die Verlangsamung der Herztätigkeit und der Blutdruckabfall. Diese Symptome könnten auch durch Vaguswirkung zustande kommen, doch lehrt die Erfahrung, dass nach Vagusausschaltung die Entlastungsreflexe noch wirksam sind für eine direkt ausgelöste Wirkung (trotzdem steht die Frage über die Mitbeteiligung des Herzvagus offen). Beweisend sind die Versuche von Anrap und Starling, in denen die Blutdrucksteigerung in der Aorta mit Vasodilatation, bzw. Blutdruckabfall in dem vom Hauptkreislauf des Versuchstieres unabhängig gemachten Kopfkreislauf beantwortet wird. Ausserdem sind als Folgen dieser Reflexe dilatatorische Effekte für die Splanchnikusgefässe, Nierengefässe und Nebennierengefässe einwandfrei festgestellt worden. Auch die Milz reagiert auf Blutdruckerhöhung im Sunus caroticus mit Zunahme des Volumens und umgekehrt mit Abnahme. Für das Venensystem wurde vor kurzem (1932) von Gollwitzer-Meyer und Schulte eine Venodilatation als Reaktion auf Erhöhung des Druckes festgestellt.

Wichtig scheint uns ein Befund bei der von letzteren Autoren an Hunden ausgeführten Versuchsreihe: Obwohl das Herzminutenvolum im Entlastungsreflex meist abnahm, blieb es in einigen Fällen unverändert, es wurde sogar einmal eine vorübergehende Steigerung beobachtet. Daraus folgern Gollwitzer-Meyer, dass beim Entlastungsreflex die Druckregulation und Stromgrössenregulation nicht immer parallel gehen; die Reflexwirkung im arteriellen System kann deutlich sein, der arterielle Druck stark sinken, während sich der venöse Rückfluss nicht ändert.

Durch vorstehende Ausführungen haben wir einen Überblick über die Kreislaufphysiologie gewonnen, die gerade in den letzten Jahren durch die Forschungsergebnisse der experimentellen Physiologie weiter ausgebaut werden konnte. Im Folgenden soll versucht werden, an Hand dieser Übersicht das Abweichende des Kreislauforganverhaltens bei Sportlern zu bewerten.

Wir wollen zunächst die Blutdruckbefunde bei Sportlern überprüfen. Bei Pregitzer findet man eine grosse Anzahl von Untersuchungsergebnissen älteren Datums. Die Ergebnisse, ob erhöhte Arbeitsleistung Blutdruckerhöhung oder -Senkung zur Folge hat, gehen auseinander. Überprüft man aber die Angaben in Bezug auf die Zeit der Messungen, so findet man, dass zwar der Blutdruck im Zeitraum während und knapp nach der Arbeit sich verschieden verhalten kann, fast überall aber konnte festgestellt werden, dass nach der Arbeit der Blutdruck sinkt, oft weit unter die Ausgangswerte und die Norm. Der normale Blutdruck beträgt für das 15.—20. Lebensjahr in der Systole ungefähr 120 mmHg, zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr 125 mmHg, zwischen dem 30. und

40. Jahr 130 mmHg mit einer Schwankung der Diastole zwischen 60—80 mmHg. Als Ergebnis neuerer Untersuchungen fand z. B. Herxheimer bei seinen Rekordleuten einen systolischen Blutdruck von nur 100 mmHg (mit Schwankungen von 70—120) im Durchschnitt. Die von Bramwell und Ellis gelegentlich der Amsterdamer olympischen Spiele gemachten Untersuchungen zeigen einen etwas höheren Durchschnitt. Drei erfolgreiche Sprinter zeigen einen Durchschnittswert von 113:75 mmHg, bei Läufern über mittlere Strecken ergibt sich ein Wert von 119:81, der Erfolgreichste aus dieser Gruppe (Zweiter) zeigte einen Wert von 100:70 mmHg! Ebenso zeigt ein Vergleich der erfolgreichsten Marathonläufer mit der Gesamtgruppe niedrigere Werte für die ersteren. Genaue, oftmalige, in Kurvenform dargebrachte Blutdruckmessungen von Ernst und Wissemann bei einem Lehrgang der Leibesübungen für Reichswehroffiziere und -Unteroffiziere ergaben, dass sich der Langstreckenlauf gegenüber dem Kurzstreckenlauf, gemessen an den gleichen Personen, durch rascheren Abfall, tiefere Senkung und späteres Wiedererreichen des Durchschnittniveaus auszeichnet. Ähnlich zu deuten ist die Verschiebung der Blutdruckwerte im Sinne einer Blutdrucksenkung bei Teilnehmern eines zwei Stunden dauernden Gepäcksmarsches, wenn man die nach $^1/_2$ Stunde gewonnenen Werte mit denen am Ende des Marsches vergleicht (Jellinek z. Wissemann). Albu fand bei Ringkämpfern zu Beginn des Kampfes eine Blutdruckerhöhung von 10—15 mmHg, die nach 10 bis 15 Minuten einer Senkung desselben Ausmasses wich. Untersuchungen Knolls und Rautmanns an Skiläufern zeigen ein Überwiegen der Blutdrucksenkungen; es kommt aber ein geringer Prozentsatz vor, der mit Blutdruckerhöhung reagierte.

Auffallend ist auch die Bradycardie der Sportsleute. Herxheimer fand bei 76 gut trainierten, gesunden Sportsleuten einen Durchschnittspuls von 63 (max. 90, min. 42). Bramwell und Ellis fanden bei Olympiakämpfern folgende Mittelwerte: Sprinter 67, Mittelstreckler 63, Langstreckenläufer 61, Marathonläufer 58; die Erfolgreichen zeigen einen Mittelwert von nur 55; Radfahrer: kurze Strecken 67, lange Strecken 64,5, Gewichtheber 80. Auch sonst findet man in der medizinischen Literatur Angaben über niedrige Pulsfrequenzzahlen bei Sportlern.

Zusammenfassend können wir über den Einfluss der erhöhten Leistung auf den Blutdruck und die Pulsfrequenz feststellen: Mit dem Beginn der Arbeitsleistung steigt der Blutdruck, um sich erst später, oft weit über die Norm hinaus, zu senken. Die Rückkehr zum Ausgangswert scheint sich proportional der Arbeitsleistung zu verhalten und kehrt bei grosser Arbeitsleistung später zur Norm zurück (Wissemann und Ernst). Die Pulsfrequenz sinkt in der Erholungsphase zuerst schnell, kann aber noch verschieden lange über dem Ausgangswert verbleiben (Mangold). Bei gut trainierten, gesunden Sportsleuten findet sich in Ruhe verminderter Blutdruck und verminderte Pulsfrequenz als Dauerwert.

Die Mechanik dieses Blutdruckverhaltens können wir uns am besten vergegenwärtigen, wenn wir die mit der Muskelleistung einhergehenden Kreislaufvorgänge analysieren.

Mit dem Beginn der Muskelarbeit, ja, schon knapp vorher kommt es zur Blutdruck- und Pulsfrequenzerhöhung. Die Gemütsbewegung und Willenskonzentration verursacht nach Cannon eine Ausschwemmung von Adrenalin ins Blut. Durch die Tätigkeit des Muskels selbst kommt es zur Auslösung und Unterhaltung des »Nutritionsreflexes« (W. R. Hess); wahr-

scheinlich auf Grund der im tätigen Muskel durch relativen Sauerstoffmangel entstehenden Säuren und hochaktiven gefässdilatierenden Stoffwechselprodukte (s. Übersicht) entsteht lokal im tätigen Muskel eine Gefässdilatation; der von hier ausgehende Reiz gelangt je nach Intensität verschieden weit entlang des vom Spinalganglion zentralwärts führenden Schenkels, wo er »an Stelle von Erfolgsorganen deren zentrale Repräsentation erfasst« (Hess). Der »Nutritionsreflex« ist synergetisch organisiert: mit der Dilatation der Gefässe des bluthungrigen Gewebes geht eine kollaterale Vasokonstriktion einher. Dabei erweisen sich Organe, bzw. Gebiete, auf die sich eine verringerte Blutzufuhr weniger schädlich auswirkt, wie z. B. das Splanchnikus-Gebiet, als besonders konstriktionsbereit, im Gegensatz zu anderen Organen, bei denen sich schon eine geringere Blutzufuhrabdrosselung fatal auswirken könnte, z. B. dem Zentralnervensystem, dem Herzmuskel. (Hess nennt deshalb die beiden letzteren »reflexogene Gebiete erster Ordnung«.) Kommt es also zur Nutritionsreflexauslösung durch den tätigen Muskel, so verursacht die lokale Vasodilatation einen erhöhten Zufluss aus Gebieten, die mit kollateraler Vasokonstriktion antworten. Zu diesem Hauptreflex fügen sich synergetisch sekundäre Hilfsreflexe ein, wie Mobilisierung des Adrenalinmechanismus (zweite Phase der durch Muskelarbeit ausgelösten Notfallsfunktion des sympathico-adrenalen Systems Cannon's), Konstriktion der Milz und des Venengebietes. Die Folge aller dieser Mechanismen ist ein vermehrter Blutzufluss zum Herzen. Die damit verbundene Druckerhöhung der herznahen Venen, verstärkt durch die Auslösung des Bainbridge-Reflexes (Schlagfrequenzsteigerung) steigert die Herzaktivität: das Herzminutenvolumen vergrössert sich dadurch und durch die Vasokonstriktion kollateraler Gebiete kommt es zur Blutdrucksteigerung.

Die Blutdrucksteigerung verursacht durch Druck und Dehnung der reflexogenen Zonen die Auslösung des Entlastungsreflexes. Sein Effekt ist jenem des Nutritionsreflexes entgegengesetzt wirksam und stellt einen Schutzmechanismus für die Kreislauforgane selbst dar (vgl. Übersicht). Ein Teil der mobilisierten Blutmenge fliesst wieder in die Strombahnen des kollateralen Gebietes (Splanchnikus, Milz) ab, bis sich ein Gleichgewichtszustand zwischen der mobilisierten, die Ernährung des tätigen Muskels versorgenden Blutmenge und dem Überfluss an Blut, das eine unnötige Belastung der Kreislauforgane bedeutet, einstellt.

Exakte Versuchsanordnungen (näheres s. Hess) lassen erkennen, dass der Entlastungsmechanismus dauernd tätig ist.

Durch Unterbrechung des Reflexbogens bei Tieren kommen Herz und Gefässe unter stärkere funktionelle Belastung. Die Autopsie solcher Tiere ergab Herzhypertrophie.

Zusammenfassend kommen wir in der Beurteilung des (von der Norm abweichenden) Blutdruck- und Pulsfrequenzverhaltens bei Sportlern zu folgenden Ergebnissen:

Das Sinken des Blutdruckes und die Herzfrequenzverlangsamung ist der Ausdruck einer ökonomischeren Arbeitsweise des Kreislaufsystems. Obwohl durch den dem Nutritionseffekt gegensinnigen Entlastungseffekt die durch ersteren am günstigsten geschaffenen Arbeitsbedingungen des Muskels durch den letzteren vermindert werden, so stellt sich ein Gleichgewicht zwischen beiden Effekten ein, so dass in diesem Gleichgewicht der Nutritionsreflex das Übergewicht behält und der Blutzufluss zum tätigen Muskel nicht unter ein Mindestmass sinkt. Anderseits schützt der Entlastungsmechanismus die Kreislauforgane, in erster Linie das Herz,

vor zu grosser funktioneller Belastung und Schädigung, denn die Belastung des Herzens hängt nicht nur von der in der Zeiteinheit ausgeworfenen Blutmenge ab, sondern auch von dem bei der Systole zu überwindenden Widerstand. Das Blutdruck- und Pulsverhalten bei Sportlern muss als physiologisch und normal für einen auf ökonomischeres Arbeitsniveau eingestellten Organismus bezeichnet werden.

Auf Grund obiger Ausführungen wird das individuell verschiedene Verhalten des Blutdruckes und der Herzfrequenz nach der gleichen Arbeitsleistung unter denselben Bedingungen erklärlich. Die den Nutritionsreflex hervorrufenden Reize sind individuell verschieden stark, somit auch der Nutritionseffekt selbst. Er wird also in erster Linie bei anstrengenden Leistungen, die in ihrer Intensität schon an sich nur kürzere Zeit dauern können, vorwiegen und mit ihm der erhöhte Blutdruck und die erhöhte Pulsfrequenz. Dauert die anstrengende Leistung längere Zeit an, so bringt es die eingeschränkte Dosierung der Muskelarbeit bei länger dauernder Arbeitsleistung mit sich, dass sich ein Gleichgewicht zwischen dem Nutritions- und Entlastungseffekt einstellt, dessen Effekt es ist: dem Muskel genügend Blutzufuhr zu bewerkstelligen, zugleich aber Herz und Kreislauforgane zu entlasten.

Die nach längere Zeit andauernden, grössten Anstrengungen öfter auftretenden kollapsartigen Erscheinungen lassen sich sowohl von der mechanischen Seite (Dilatation des Splanchnykusgebietes und der Milz), als auch ihrem Effekt nach (sofortiges Aufhören der Anstrengung) als Folge des plötzlichen Überwiegens des Entlastungsmechanismus deuten.

In diesem Zusammenhange ist es beachtenswert, dass sich auch unter anderen Umständen, wenn durch erhöhte Anforderungen das Kreislaufsystem, bzw. Herz kompensatorisch eingreifen müssen (so z. B. im Hochgebirge) dies Ökonomieprinzip, das die Entlastung des Herzens bewirkt, durchsetzt. Am Jungfraujoch z. B. könnte wegen der verminderten O_2-Spannung die O_2-Sättigung des Gewebes fallen. Durch vermehrte Atmung und vergrössertes Herzminutenvolumen wird sie kompensiert. Dabei entfallen zur Deckung des O_2-Defizites 22% auf die Atmung, 48% auf die Vermehrung des Herzminutenvolumens. Im Verlaufe der Akklimatisation kommt es zur vermehrten Haemoglobinbildung und Entlastung durch andere Hilfsmechanismen (näheres s. Ewig).

Bisher haben wir uns mit der Rolle, die das Kreislaufsystem bei sportlicher Anstrengung spielt, beschäftigt und die Vorgänge am zentralen Motor, am Herzen, nur im Zusammenhang damit erwähnt. Im Folgenden wollen wir das Verhalten des Herzens selbst ins Auge fassen und kommen somit ins vieldiskutierte Thema des »Sportherzens«.

Die Anschauung, dass schwere körperliche Arbeit sich schädlich auf das Herz auswirkt, im Sinne einer Vergrösserung, ist schon früh in der medizinischen Literatur vertreten. Zusammenfassende Angaben findet man bei Deutsch und Kauf: »Herz und Sport.«

Mit der Einführung des Röntgenverfahrens, bzw. grössere Genauigkeit verbürgenden Methoden (Moritz'sches Orthodiagrammverfahren, Köchler's Fernphotographie) wurde die Herzgrösse genau messbar. Da die Herzgrösse in festen Relationen mit anderen Körpermassen steht, besonders mit dem Gewicht, der Thoraxbreite usw., so sind die Herzgrössenmessungsergebnisse, je nachdem sie diese Korrelation berücksichtigen, verwertbar, bzw. einer Kritik zu unterziehen. So z. B. findet Herxheimer, dass die von Rautmann bestimmte Sollgrösse des Herzens zu hohe Werte angibt, wodurch die Schlussfolgerung von Hug, dass die Olympia-Skiläufer 1928 fast 100% normale Herzgrössen aufweisen, nicht haltbar seien.

Aus Messungen, die Deutsch und Kauf an ungefähr 4000 Sportsleuten machten, geht auch hervor, dass die verschiedenen Sportarten prozentuell

an den Herzvergrösserungen verschieden beteiligt sind, wie aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich ist:

Auszug aus der Tabelle von Deutsch und Kauf: »Herz und Sport.«

Vergrösserung des Herzens:	
Sportart	**Summe in Prozent**
Rudern	27,3
Ski	18,2
Radfahren	15,3
Schwimmen	14,9
Ringen	11
Touristik	9,4
Schwerathletik	9,3
Leichtathletik	8,8
Fechten	4,4
Boxen	3,1
Fussball	2,7

Diese Werte stimmen mit den von Herxheimer schon vorher allerdings an einem nicht so umfangreichen Material gefundenen überein, mit der Einschränkung, dass Herxheimer bei den Langläufern unter den Leichtathleten stärkere Herzvergrösserungen fand. Herxheimers Untersuchungen an den Olympiade-Teilnehmern in Amsterdam bringen auch insofern andere Ergebnisse, als die Boxer gleich nach den Ruderern kommen, wobei die letzteren hinter den Marathonläufern, die mit der Herzvergrösserung an der Spitze stehen, kommen. Auf der anderen Seite findet Herxheimer beim Mehrkämpfer, Kurzstreckler und Schwimmer »relativ kein grösseres Herz, als beim Untrainierten«.

Abgesehen von den oben erwähnten Umgruppierungen der Herzgrössen, wie sie prozentuell bei verschiedenen Sportarten angetroffen werden, zeigt die Tabelle, dass die Herzvergrösserungen nur in einem bestimmten Prozentsatz vorkommen, während die grosse Mehrzahl der Sporttreibenden normale Masse zeigt; doch werden erhöhte Werte oft gerade bei erfolgreichen Wettkämpfern angetroffen, obwohl letztere auch normale Werte zeigen, es wurden bei ihnen (selten) sogar ausgesprochen kleine Herzen gefunden (Deutsch und Kauf, Deutsch, Herxheimer).

Es entsteht also die Frage, wo der Grund für das vergrösserte »Sportherz« zu suchen ist. Gibt es ein pathologisch-anatomisches Substrat im Herzmuskel selbst?

Die Pathologie kann diese Frage nicht beantworten: Erstens ist »weder in der älteren noch in der neueren Literatur ein einziger beweisender Fall für Tod durch Überlastung des an s i c h g e s u n d e n Herzmuskels infolge von körperlicher Überanstrengung zu finden (Aschoff), zweitens verursacht die Totenstarre eine Kontraktion des Herzmuskels, und die vom Kliniker gestellte Diagnose: akute Herzdilatation, entzieht sich der Bestätigung durch den Pathologen umsomehr, als die Untersuchungen sofort nach dem Tode, wozu der Weltkrieg genügende Gelegenheit bot, bewiesen, dass das menschliche Herz in Diastole stillsteht (Aschoff). Aber auch mikroskopische Untersuchungen des Herzmuskels bei der sogenannten idiophathischen Hypertrophie, bei der der Tod durch muskuläre Erschöpfung klinisch nachgewiesen ist, zeigen zwar gewisse mikroskopische Veränderungen an den Muskelfasern, den Muskelkernen und dem Zwischengewebe, doch sind sie viel zu wenig umfangreich, um für die klinisch beobachtete Herzschwäche in Betracht kommen zu können. »Ein anatomischer Grund lässt sich, das möchte ich mit Nachdruck betonen, nicht finden« (Aschoff).

Es wäre also weiter zu untersuchen, inwieweit die Konstitution für das Zustandekommen einer Herzhypertrophie verantwortlich zu machen ist. Bei dem von Deutsch und Kauf untersuchten Material befanden sich 100 Geschwisterpaare. — Von den 212 Einzelfällen hatten 61 zu grosse Herzen, bei 91,5% wiesen beide Geschwisterpaare diese Veränderung auf, in 8,5% betraf sie nur einen Geschwisterpart. Röntgenaufnahmen, die bei 28 eineiigen und 27 zweieiigen Zwillingen gemacht wurden (von Verschuher und Zipperlen) ergaben, dass die Ähnlichkeit bezüglich der Form des Herzens deutlicher feststellbar ist zwischen eineiigen als zwischen zweieiigen Zwillingen. Verschiedene Umweltseinflüsse, z. B. schwere körperliche Arbeit des einen Zwillings haben bei eineiigen Zwillingen (nicht regelmässig!) Unterschiede in der Herz- und Brustkorbentwicklung zur Folge. Von Verschuher und Zipperlen folgern, dass die Ursache für die individuellen Unterschiede des Herzens nicht nur in den verschiedenen Umwelteinflüssen, sondern auch in den verschiedenen Erbanlagen des Menschen zu suchen ist.

Die Konstitution ist also wesentlich mitbestimmend beim Zustandekommen einer »Herzvergrösserung« durch Sport; wir kommen am Schlusse dieses Abschnittes nochmals auf sie zu sprechen.

Im Folgenden soll auf die Enstehungsmechanik des Sportherzens eingegangen werden. Bei der kreislaufphysiologischen Übersicht sahen wir als Komponente des Nutritionseffektes, bzw. als Folge der symphaticoadrenalen Wirkung eine verstärkte Herzaktivität im Sinne kräftiger und frequenter Systolen, zugleich eine Tonusabnahme im Verlaufe der Diastole, wodurch die diastolische Füllung beschleunigt wird. Stellen wir uns ein plötzliches Wirksamwerden, bzw. Überwiegen des Entlastungsreflexes vor, so kann es zu einer Diskongruenz kommen zwischen der in das Herz fliessenden Blutmenge und der Zahl der Herzkontraktionen, die wir durch den Entlastungseffekt als gegeben annehmen können. Die Folge wird sein, dass der starke Blutzufluss den Ventrikel dehnt, besonders noch, wenn wir uns die Wirkung des Entlastungseffektes mit der Vaguswirkung, die mit diastolischer Wanderschlaffung und langen Ruhepausen einhergeht, während welcher immer mehr Blut in das Herz fliesst, kombiniert vorstellen. Da als ein weiterer Effekt der Vaguswirkung die »gehemmte Systole« (Hess) das Herz nur unvollständig entleert, so kann es im weiteren Verlaufe zu einer beträchtlichen Dehnung des Herzens kommen. In diesem Sinne fassen mit zahlreichen anderen Autoren auch Deutsch und Kauf die Herzvergrösserung als Tonusabnahme des Herzens auf, bedingt durch »Erhöhung des Vagustonus«, demnach handelte es sich um eine reine Dilatation. Diese Theorie der Herzvergrösserungsentstehung musste aber immer mehr in Frage gestellt werden durch die Ergebnisse röntgenologischer Messungen, die unmittelbar nach der Arbeit, bzw. im Arbeitsverlaufe gemacht wurden. Obwohl die Ergebnisse nicht ganz eindeutig waren, was auf die für das Experiment gewählte, meist zu leichte Arbeitsleistung zurückzuführen ist (Deutsch), so überwog die Meinung, dass die normale Reaktion auf erhöhte Arbeitsleistung die H e r z v e r k l e i n e r u n g ist. Von grösster Bedeutung sind daher die Ergebnisse von Deutsch, der an einem grossen Material von Olympiakämpfern in Amsterdam unter einer Versuchsanordnung, wodurch »die Läufer nach dem Kampfe sozusagen mit dem letzten Schritt vor den Röntgenschirm kammen«. Deutsch fand in 99% der untersuchten Fälle, dass der unter Einsatz aller Kräfte vor sich gehende

Wettkampf« zu einer Verkleinerung des Herzens führte. Deutsch bringt seine Ergebnisse folgendermassen in Einklang mit jenen, von Untersuchern während einer dosierten Arbeitsleistung erhobenen Befunden: »Der Zustand, der als Herzverkleinerung sich schliesslich präsentiert, wäre demnach so aufzufassen, dass das in den experimentellen Versuchen nachgewiesene anfängliche Hin- und Herschwanken zwischen Erweiterung und Verengung immer länger dauert, dass jede Einzelphase immer mehr Zeit beansprucht, d. h. dass die vorher raschen Aufeinanderfolgen dieser beiden Phasen gleichsam wie mit einer Zeitlupe aufgenommen, zerteilt werden. So imponiert dann jede eingehende Phase als ein Zustandsbild, das erst nach einiger Zeit dem anderen Platz macht.

Das Pendeln zwischen Erweiterung und Verengung wäre dann nur ein Spiegelbild zwischen der Anstrengung und dem Erholungsversuch des Organismus. Wie sehr diese Annahme zu Recht besteht, lässt sich erstens dadurch beweisen, dass eben die Verkleinerung des Herzens während der Erholungsphase noch längere Zeit andauert und dann immer wieder von einer Erweiterung abgelöst wird.«

Wir glauben die Mechanik dessen, was Deutsch mit »Pendeln«, bzw. »Anstrengung« und »Erholungsversuch des Organismus« bezeichnet, auf Grund des in unserer kreislaufphysiologischen Übersicht Gesagten erklären zu können. Sowohl der Vorhof als auch die Kammer reagieren im Froschversuch auf Blähung mit Tonussteigerung, »welche unter Umständen sich bis zur stark ausgesprochenen Kontraktur entwickelt« (Hess). Schon in der kreislaufphysiologischen Übersicht haben wir diese Erscheinung hervorgehoben und darauf hingewiesen, dass sie nach Hess wahrscheinlich identisch ist mit der analogen Reaktion des überlebenden Gefässes (das Herz gehört ja philo- und ontogenetisch dem Gefässsystem an) und als »primitiver Schutzmechanismus gegen die Gefährdung durch Überdehnung« aufzufassen ist. Es ist also verständlich, dass das Herz, das unter dem Einflusse des Entlastungsreflexes steht und mehr Blut bekommt, als es durch die verlangsamte Aktion ausstossen kann (vgl. auch Versuchsergebnisse von Gollwitzer und Meyer, s. kreislaufphys. Übersicht), immer mehr gebläht wird, bis dieser Schutzmechanismus eingreift und durch Erhöhung des diastolischen Tonus zu einer »Herzverkleinerung« führt. Dadurch aber kann sich der Bluthunger des Gewebes wegen der Minutenvolumenabnahme verstärken und zu erhöhtem »Nutritionseffekt« Veranlassung geben; letzterer löst neu aus, bzw. verstärkt den »Entlastungsreflex« mit sekundärer Folge einer erneuten Blähung des Herzens, der wieder eine »Herzverkleinerung« folgt. Dieses Reihenfolgespiel wird sich rhythmisch einige Zeit wiederholen, bis sich bei genügend schwerer und langdauernder Arbeitsleistung ein Gleichgewicht einstellt mit demselben Effekt, den wir bei gesonderter Betrachtung der übrigen Kreislauforgane sahen: das Herz erfüllt die ihm gestellten Forderungen durch ein auf das Mindestmass reduziertes Schlagvolumen — eine Herzvergrösserung würde mehr den physiologischen Voraussetzungen gerecht werden (Eppinger) — unter gleichzeitiger Schonung des Organes selbst.

Sehen wir also, dass sich das »vergrösserte Sportherz« während der Leistung verkleinert, so dass sich der verkleinerte Herzdurchmesser sehr seiner Sollgrösse nähert (Deutsch), so wäre es doch möglich, dass die Rückkehr zum vergrösserten Ruheherzen, verbunden mit Bradycardie, also Symptomen eines Überwiegens des Entlastungsreflexes, sich schädlich

für das Herz, das so ein grösseres Schlagvolumen zu bewältigen hat, auswirkt. Dagegen spricht aber die Erfahrung, dass Inhaber selbst aussergewöhnlich grosser Sportherzen — Deutsch fand bei einem Marathonläufer eine Herzvergrösserung, die um 5,1 die Sollgrösse überschritt (er wurde Zweiter im Olympiawettkampf und noch dazu »in der allerbesten Kondition«) sehr leistungsfähig sein können und zweitens, dass diese Herzen durch Ausschaltung des Trainings sich bald wieder weitgehendst verkleinern, was ihnen den Namen »Saisonherz« beigebracht hat.

Von diesem Standpunkt aus gesehen betrachten wir das »Sportherz« mit Deutsch als eine »vorübergehende Anpassungseinstellung des Herzens« — und im Rahmen unseres Themas erübrigt sich die viel diskutierte Frage, ob das »Sportherz« eine reine Dilatation und Hypertrophie oder letztere allein ist (Herxheimer u. a.), insbesondere, weil diese Frage trotz verschiedener Verfahren, wie Pressdruckprobe (Ewig) und Analogieschlüssen (aus den Tierversuchen) sich bisher nicht einwandfrei feststellen liess.

Scharf von den soeben besprochenen »Sportherzen« zu trennen sind Herzvergrösserungen, welche bei mit »konstitutioneller Herzschwäche« Behafteten nach Sportbetätigung auftreten können, und deren Verhalten dem Arzte durch subjektive Symptome von Seiten des Herzens und Abnahme der Leistungsfähigkeit, sowie durch fortschreitende Tendenz zu weiterer Dilatation auffallen. Meist sind es auch äusserlich erkenntliche Vertreter des Lymphatismus, die schwächlichen, anaemischen, nervösen Konstitutionen (Bruns).

V. Sport und Lunge.

Zwischen Kreislauf und Atmung bestehen im Grunde genommen so enge Beziehungen, dass eine getrennte Betrachtung beider nicht im Einklang steht mit der beiden gemeinsamen gleichsinnigen Beantwortung auf den funktionellen Reiz, welcher durch eine erhöhte Arbeitsleistung hervorgerufen wird. Trotzdem können wir im Rahmen unseres Themas, welches hier »Einfluss des Sportes auf die Lunge« lautet, diese engen Korrelationen zwischen Kreislauf und Atmung vernachlässigen und uns im Rahmen unseres Hauptthemas mit den beiden Fragen beschäftigen:

1. wie kommt die Vergrösserung der Lungenkapazität zustande,
2. auf welche Art entsteht der bei Sportsleuten so häufig vertretene Atemtypus — vertiefte Atmung und gleichzeitige Herabsetzung der Atmungsfrequenz.

Nach älteren Untersuchungsergebnissen von Haeser beträgt der Durchschnittswert der Fassungskraft der Lungen für Deutsche 3222 ccm, für Engländer 3772 ccm.

Schmidt fand bei Turnkursen das Gesamtmittel von 3388 ccm (2200—5500). Seine Untersuchungen ergaben, dass im Verlaufe eines $^1/_2$jährigen Kurses die Zunahme der Vitalkapazität der Kursteilnehmer im Durchschnitt 415 ccm ausmachte.

Lorenz berechnete für Hamburger Sportsleute einen Durchschnitt von 4450 ccm.

Nach Hutchinson nimmt die Vitalkapazität zu mit der Körpergrösse, bei Überschreiten des mittleren Körpergewichtes um 7% tritt anfänglich für jedes zunehmende Kilogramm eine Verminderung von 37 ccm ein; auch nimmt die Vitalkapazität bis zum Alter von 35 Jahren zu, dann ab.

Worringen untersuchte 4000 Sportsleute und fand eine mittlere Vitalkapazität von 4450 ccm. Er untersuchte auch das Verhältnis der Vitalkapazität zum Alter und fand, dass sie bis zum 18. Lebensjahre stark ansteigt, um sich bis zum 32. Lebensjahre in ungefähr gleicher Höhe zu halten, worauf sie langsam zu fallen beginnt. Einen Zusammenhang mit dem Körpergewicht konnte er nicht feststellen, wohl aber eine Zunahme der Vitalkapazität mit der Körperlänge, verschieden je nach der Ausgangslänge, im Durchschnitt 400 ccm pro 5 cm.

Interessant sind Worringens vergleichende Messergebnisse.

Bei je 100 Mann findet Worringen eine Durchschnittsvitalkapazität:

Wettruderer	5450 (7000—4450)	ccm
Schwimmer	4900 (6320—4260)	ccm
Boxer	4800	ccm
Leichtathleten	4150	ccm
Geräteturner	4300	ccm
Fussballer	4200	ccm
Schwerathleten	3950	ccm
nicht Sporttreibende	3350	ccm

Frauen (Sportlehrerinnen) zeigen ein Mittel von 2950 ccm.

Neben der durch Sport bedingten Zunahme der Vitalkapazität ist auffallend, dass man bei Sportsleuten eine erhöhte Atmungstiefe vorfindet, die Hand in Hand mit einer Herabsetzung der Atemfrequenz geht. Letztere beträgt oft nur 6—8 Atemzüge pro Minute (Mangold), während sie beim gesunden Erwachsenen 16—20 ausmacht (F. Müller).

Das in der Arbeitsleistung zu bewältigende Atemminutenvolumen kann von der Lunge auf zweierlei Arten bewerkstelligt werden: sowohl durch Vertiefung der Atmung als auch durch Steigerung der Frequenz. Gewöhnlich tritt zunächst eine Vertiefung der Atmung auf, erst bei noch stärkerer Beanspruchung erhöht sich die Frequenz; doch gibt es individuelle Verschiedenheiten, was auch During bei diesbezüglichen Untersuchungen im Hochgebirge fand.

Verschiedenste Theorien sind aufgestellt worden, um das Zustandekommen der vermehrten Ventilationsgrösse zu klären. Wir gehen dieser Frage hier nicht weiter nach, auf jeden Fall spielt die Stauung der Kohlensäure (vielleicht auch anderer Säuren), bzw. die grosse Empfindlichkeit und Reaktionsbereitschaft des Atemzentrums auf die Kohlensäure beim Zustandekommen der Ventilationsgrössenveränderung eine entscheidende Rolle. Wir wenden uns sogleich der Frage des Entstehungsmechanismus der Vitalkapazitätsvergrösserung zu.

Aus der vorhandenen Literatur ist eine exakte Beantwortung nicht möglich, da der Mechanismus des Zustandekommens noch ungeklärt ist. Herbst spricht von einer »Vergrösserung des Fassungsvermögens der Lunge, die in einer Anpassung des Brustkorbskelettes an die erhöhte Funktion der Lunge besteht«; nach Bohr beruht die Vitalkapazität beim Muskeltraining im wesentlichen auf einer Übung der Bauchmuskeln zur Verstärkung der Expiration. W. Knoll ist derselben Meinung und betont die Bedeutung der maximalen Ausatmung, um »die höchste Spannungsenergie der Einatmungsmuskulatur zu erhalten«, nach Lindhard ändert sich je nach Stellung des Körpers sehr die Möglichkeit der Förderung der Luft, wodurch eine Veränderung der Grösse der Vitalkapazität zustande kommt. Herxheimer sucht die Erklärung auf mechanischem Wege, indem die erhöhten Anforderungen eine »Schulung des gesamten Atmungsapparates« mit sich bringen. During führt die Vergrösserung der Vitalkapazität nach dem Training auf die stärkere Betätigung der Hilfsmuskulatur zurück, die eine grössere In- und Expiration bewirkt.

Sind die Meinungen über das Zustandekommen der Vitalkapazitäts-Vergrösserung an sich schon nicht einheitlich, so wird in der sportwissenschaftlichen Literatur die Veränderung des Atmungstypus meist vom teleologischen Standpunkt aus ins Auge gefasst. So zeigen z. B. bei Skiläufern (W. Knoll) gemachte Beobachtungen, dass »unsere guten Fahrer mit verschwindenden Ausnahmen geringe Frequenzen mit relativ grossem Volumen pro Atemzug hatten, während die Minutenvolumina in viel geringeren Grenzen schwanken«. During sieht ein anzustrebendes Ziel in dem durch Sport, bzw. Übung erreichbaren »Ausmerzen flacher Atmung und ein Automatisieren tiefer und langsamer Atmung«. Liljestrand suchte dem Problem vom energetischen Standpunkt beizukommen, indem er den für eine bestimmte Atemvolumenleistung benötigten O_2-Verbrauch mass; die Untersuchungen ergaben ein Optimum, bei dem eine erhöhte Atemtiefe (mit entsprechender Frequenzverlangsamung) mit geringstem O_2-Verbrauch einherging. Steigerte er künstlich diese Atemtiefe noch weiter, so wurde zur Bewältigung derselben Arbeitsleistung mehr O_2, bzw. Energie verbraucht. Berücksichtigt man in diesem Zusammenhange

Rohrers Ergebnisse, nach welchen zwar die grösstmögliche Atemtiefe mit Atemfrequenzsteigerung abnimmt, jedoch diese Abnahme bis zu einer Frequenzsteigerung von 15 Atemzügen pro Minute so gering ist, dass fast der ganze Spielraum des Atmungsapparates ausgenutzt werden kann, so ist rein vom energetischen Standpunkt aus der Frage auch kaum näherzukommen.

Versucht man, die Frage auf Grund der Ergebnisse der experimentellen Physiologie zu klären, so sind wir gerade durch die Forschungsergebnisse der allerletzten Zeit imstande, weitgehende Analogieschlüsse zu ziehen und sie zu beantworten.

Bisher fand die mechanische Vorstellung über den Atmungsmechanismus ihren Ausdruck in der Hering-Breuer'schen Lehre von der Selbststeuerung der Atmung. Nach dieser Theorie sind bei jedem Atemzug zwei Reflexe tätig: im Verlaufe der Inspiration dehnt sich die Lunge, wodurch ein Reflex ausgelöst wird, der die Expiration herbeiführt, im Verlaufe der Expiration führt die Lungenentspannung zur Auslösung eines dem vorigen gerade entgegengesetzt wirkenden Reflexes, wodurch die Expiration gehemmt und die Inspiration herbeigeführt wird. Diese beiden Schaltreflexe werden durch den Vagus vermittelt, und die Erscheinung, dass nach Vagotomie die Atmungsamplitude zu- und die Atemfrequenz abnimmt, wurde (z. Hess) in diesem Sinne gedeutet, dass nämlich durch Ausschaltung der Schaltreflexe sowohl die Inspiration als auch die Expiration nicht rechtzeitig gehemmt werden und so der Effekt und die Dauer jeder Atmungsphase vergrössert werden.

Auf Grund dieser Deutung müssten wir annehmen, dass bei den Sportsleuten der abweichende Atemtypus entweder durch direkte Änderung der Ansprechbarkeit des Schaltmechanismus auf die beiden im Dehnungsvorgang enthaltenen Reize, also Verminderung des Vagustonus, oder aber in einer Änderung der Reizqualitäten am Orte ihrer Entstehung zustande kommt.

Sowohl die Rolle des Vagus im Atmungsmechanismus wie das gegenseitige Verhältnis von Atmungsamplitude zu Atemfrequenz erscheinen durch die experimentellen Ergebnisse von W. R. Hess in ganz neuem Licht. W. R. Hess hat bewiesen, dass jedem Zwerchfelltonus eine bestimmte Atmungsfrequenz assoziiert ist, und da die Tonuslage ihrerseits die Amplitude begrenzt, so ergibt sich auch ein fester Zusammenhang zwischen der Amplitude und der Dauer des einzelnen Atemzuges. Da die Versuchsanordnung von W. R. Hess auch für das Zustandekommen des Atemtypus bei Sportsleuten weitgehende Erklärungsmöglichkeiten bietet, wollen wir sie hier kurz anführen:

Bei eröffnetem Thorax wurde die Lunge künstlich unter Vermeidung von starken Blähungen überventiliert, dass nach Aufhören der künstlichen Atmung eine apnoetische Pause eintrat. Wurde der in Mittelstellung befindlichen Lunge etwas Luft zugeführt, so stieg das Zwerchfell bis zu einer gewissen Wölbung empor und blieb in dieser Lage stehen. (Die Atmungsbewegungen waren durch die Hyperventilation ausgeschaltet.) Die Verschiebung des Zwerchfelles erwies sich umso grösser, je grösser die zugeführte Luftmenge war. Wurde etwas Luft aus der Lunge herausgelassen, so zog sich das Zwerchfell wieder zurück, bis es bei einer stärkeren Retraktion fast vollständig abgeflacht war. Es verharrte in dieser neuen Lage, solange der Blähungszustand nicht geändert wurde. Die verschiedenen Zwerchfellstellungen konnten in einem Hub oder in mehreren Stufen erreicht und beliebig oft wiederholt werden. Bei Einsetzen der

spontanen Atmung stellte es sich heraus, dass das rhytmisch sich kontrahierende Zwerchfell bis zu demjenigen Grad der Entspannung zurückkehrte, denn es im apnoetischen Zustand unter dem Einfluss der gleichen Lungenfüllung eingenommen hatte.

W. R. Hess weist darauf hin, dass es sich hierbei nur um eine primäre Tonisierungsfunktion des Zwerchfelles handeln kann, dessen Grundtonus von der Lunge aus beeinflussbar ist, auf welchen sich erst die respiratorischen Spannungsveränderungen im Sinne der Hering-Breuer'schen Selbststeuerungslehre »aufsetzen«. Damit ist aber auch nach Hess die Hauptwirkung des Vagus in der Regulierung von Atemtiefe und Atemfrequenz klargelegt, und zwar im Sinne einer T o n i s i e r u n g und nicht einer Schaltfunktion.

Beweisend für eine solche Rolle des Vagus, bzw. für die die Atemfrequenz und Amplitude von vornherein bestimmende primäre Funktion des Zwerchfell t o n u s ist ein anderer Versuch: durch Kurarisierung des Tieres wird jede Atembewegung und somit jede Entstehungsmöglichkeit von Schaltreizen unterdrückt; die Tätigkeit des Atemzentrums kann dadurch nur durch Registrierung des Aktionsstromes des Phrenikus kontrolliert werden. Es zeigt sich nun, dass die Atmungsinnervation ihren Rhytmus genau entsprechend den verschiedenen Lungenfüllungen ändert, wie wenn die Atmungsimpulse von einem motorischen Erfolge begleitet wären! (Hess.)

In der Hess'schen Monographie findet man auch Hinweise auf andere von der Peripherie aus auf den Zwerchfelltonus wirksamen Afferenzen, auf die wir hier nicht weiter einzugehen brauchen, da wir aus den oben angeführten Versuchen weitgehende Analogieschlüsse ziehen können.

Im Versuch liess es sich beweisen, dass durch Zuführen von Luft in die Lunge, die entsprechend ihrer elastischen Kräfte eine ihrem Luftgehalt angemessene Füllung schon aufgenommen hat — der Effekt der Zwerchfelltonusänderung auftritt durch Übermittlung des Vagus. Es kommt uns also darauf an zu untersuchen, ob im Verlaufe der Sportausübung beim Menschen dieselben, bzw. analoge Kräfte wirksam sind. Es ändert sich ja nichts Wesentliches an der Versuchsanordnung, wenn der konstante Füllungsgrad der Lunge mit seiner bestimmten Druckwirkung nur relativ grösser oder kleiner wird. Diese Bedingungen sind sofort gegeben, wenn jener Zustand eintritt, den wir als Pressung bezeichnen! Die hermetisch geschlossene Lungenluft wird durch den Thorax zusammengepresst. Wir haben das Beispiel der Pressung gewählt, um die »Versuchsanordnung« klar wiederzugeben — keinesfalls wollen wir das Zustandekommen einer Vergrösserung der Vitalkapazität durch reine Pressung erklären. Es ist ja geradezu ein Zeichen für den Untrainierten, dass er eine Arbeitsleistung mit viel Pressungen vollführt, die wohl eher zu einem Nachlassen, bzw. einer Schädigung der elastischen Elemente der Lunge führen als zur Erhöhung der Vitalkapazität.

Eine nähere Betrachtung der mit erhöhten Atemanforderungen einhergehenden Sportarten geben uns auch Beispiele für die relative Druckzunahme in der Lunge.

Rohrer's Berechnungen für den maximalen Atemdruck zeigen folgende Daten:

Aus einer etwas unterhalb der normalen Ausatmungslage liegenden Dehnungslage bekam er für die Inspiration 200 kg, während aus der höchsten Inspirationslage heraus der Expirationsdruck 300 kg betrug. In diesem Zusammenhange interessiert uns die ebenfalls von Rohrer unter-

suchte Geschwindigkeit, mit der die Luft in den Atmungsorganen zirkuliert. Während sie an der Glottis 1000 mm pro Sekunde ausmacht, beträgt sie bei Nasenatmung 1500 bis 2000 mm an beiden Nasenöffnungen.

Aus diesen Zeilen kann man zwei für uns wichtige Tatsachen ersehen: die expiratorischen Kräfte überwiegen sehr deutlich, sie können also bei forcierterer Atmung zu stärkeren Druckerhöhungen führen; auch können wir in Betracht ziehen, dass die Nasenatmung gewisse Widerstandserhöhungen mit sich bringt, was man schon aus der Erfahrungstatsache kennt, dass bei erhöhter Anforderung an die Atmung die Nasenatmung umgangen wird. In diesem Zusammenhang bringen wir deshalb auch Fleisch's Untersuchungsergebnisse über die propriozeptiven Atmungsreflexe, die sich kurz dahin zusammenfassen lassen, dass die Einschaltung eines Widerstandes in die Luftbahn reflektorisch ($^2/_{100}$ Sekunden!) eine verstärkte Anspannung der Atmungsmuskulatur bewirkt, was sich in Form der intratrachealen Druckänderung kundgibt, bei Inspiration als Saugwirkung, bei Expiration als Druckerhöhung. Auch die Widerstandsherabsetzung der Atmungswege geht — natürlich in entgegengesetzter Richtung, also mit reflektorischer adaptierender Hemmung der Atmungskräfte einher. Es wäre genauer zu untersuchen, inwiefern die physiologischerweise bei forcierter Atmung vorhandenen Widerstände die Reizschwelle für die Auslösung dieses Reflexmechanismus erreichen; dadurch aber, dass der eine Widerstandszunahme überwindende Reflexmechanismus zu Beginn einer Atmungsphase am stärksten ist, um im Verlaufe der betreffenden Phase immer schwächer zu werden, und um gegen Ende derselben Phase schliesslich umzuschlagen, also die nächste Atmungsphase zu begünstigen, spielt er zweifellos eine wichtige physiologische Rolle, — stellt doch dieser Reflexmechanismus — bzw. der ihn auslösende Reiz (erhöhter Widerstand bei Nasenatmung, besonders bei erhöhter Anforderung) die unmittelbare Ursache dar, die zur erhöhten Arbeits- und Kraftleistung führt und somit zum Wachstumsreiz für die Atmungsmuskulatur wird. Unter sonst gleichen Bedingungen wird eine kräftigere Muskulatur auch eine erhöhte Leistung vollbringen — sowohl inspiratorisch als auch expiratorisch. Die inspiratorische plus expiratorische Leistung bestimmt aber die Grösse der Vitalkapazität! Gerade dieser Reflexmechanismus kann uns die Erklärung dafür geben, warum Kinder, die dauernd durch den Mund atmen, schlecht entwickelte Atemmuskeln haben und für grössere Leistungen nicht geeignet sind.

Ist es aus dem Gesagten sehr wahrscheinlich, dass die forcierte Atmung, die vom Atmungszentrum erwirkt wird, schon an sich mit einer relativen Druckerhöhung in der Lunge, analog der Pressung, einhergeht, so bringen die verschiedenen Sportarten diesen Vorgang je nach Art in verschieden starkem Masse mit sich.

Überall im Sport ist die Leistung mit einer erhöhten Muskelleistung verbunden, und die Kraftleistung ihrerseits mit einer Hebelwirkung. Soweit es sich also um Kraftentwicklung der oberen Extremitäten handelt, ist sie fast ausschliesslich mit inspiratorischer Fixation des Thorax verbunden (»Pressungsursache«). Da aus dem Hess'schen Tierversuch hervorgeht, dass eine Änderung des Tonuszustandes des Zwerchfelles auch langsam, stufenweise, erreicht werden kann, so ist somit unsere Vorstellung über das Zustandekommen der Zwerchfelltonusherabsetzung und die dadurch bedingte Vertiefung der Atmung und Herabsetzung der Atmungsfrequenz folgendermassen:

Wird durch das Atemzentrum ein erhöhtes Ventilationsvolumen gefordert, so wird das individuell verschieden erreicht, wobei der jeweils schon vorhandene Zwerchfelltonus für den Atmungstypus ausschlaggebend ist. Je öfter und je länger die erhöhte Anforderung gestellt wird, umso mehr kommen die schon normalerweise vorhandenen Kräfte — Überwiegen der Expirationskräfte, Widerstände — zur Entfaltung und bringen jene Druckzunahmen (im Sinne einer leichten Pressung), die wir im Experiment den Zwerchfelltonus beeinflussen sahen. In viel stärkerem Masse kommt das vor bei der Ausübung verschiedener Sportarten.

Untersuchen wir unter diesem Gesichtswinkel Worringens vergleichende Messungen, so wird die Abstufung verschiedener Sportarten in Bezug auf die Vitalkapazität leicht verständlich. Die grössten Kapazitäten finden wir bei Wettruderern, es folgen Schwimmer, Boxer. Hierher müssen wir auch Skiläufer rechnen — nach Messungen von Loewy ergibt sich für die Olympiapatrouillenmannschaften (28 km) ein Mittel von 4420, für den 50 km-Lauf 4500.

Beim Rudern werden die grössten Anforderungen sowohl an Schultergürtel, bzw. Arme, als auch an die Bauchmuskulatur gestellt; der Schwimmer muss gegen den auf dem Brustkorb lastenden Wasserdruck atmen; zugleich erfolgt die Expiration meist direkt in das Wasser, was reflektorisch eine Anspannung der Expirationskräfte auslöst und mit Druckerhöhung in der Lunge einhergeht. Der Skiläufer beansprucht durch die Stockarbeit den Schultergürtel, bei der Abfahrt, bzw. bei Schwüngen presst er oft. Beim zweiten Teil der Sportarten, die mit relativ geringeren Vitalkapazitäten einhergehen, sind die Bedingungen, die zu Druckerhöhungen in der Lunge führen könnten, teilweise unausgesprochener, teilweise seltener auftretend, was in der Art der Übung liegt — anderseits ist z. B. aus der Rubrik »Leichtathleten« nicht zu ersehen, wie die einzelnen Unterabteilungen sich in Bezug auf die Vitalkapazität verhalten. Auffallend sind die verhältnismässig geringen Werte beim Geräteturnen, welches ja bekanntermassen mit besonders ausgesprochenen Pressungen einhergeht. Die Erklärung dafür ist in zwei Richtungen zu suchen:

Ist die Pressung ausgesprochen und von einem Ausmasse, bzw. einer Stärke, wie es beim Geräteturnen der Fall ist, so wird der plötzliche Innendruck so hoch, dass die elastischen Elemente, die den Druck registrieren, indem sie einen Gegendruck ausüben — nachgeben, im Sinne einer »Ermüdung des Materiales«, welches ja umso eher Schaden erleiden kann, je unregelmässiger die Stösse erfolgen, die die Schwingung beanspruchen und je weniger Zeit dem Material gelassen wird, um sich von der Beanspruchung zu erholen (vgl. W. Knoll). Wurden die Elemente, die den Druck registrieren, abnorm gedehnt, so reagieren sie bei Druckzunahme durch passives Verhalten. Es könnte also nur noch ein erhöhtes Druckgefälle wirksam werden; diese Bedingung fällt aber beim Geräteturnen weg, weil die Inspirationsstellung des Thorax nicht höhere Grade erreicht, da sie bei der Ausführung von Übungen hinderlich wäre. Bei den Schwerathleten dürften ähnliche Faktoren eine Rolle spielen.

Zusammenfassend können wir auf Grund einer bewegungsphysiologischen Betrachtung einzelner Sportarten aussagen, dass jene Sportarten zu einer Vergrösserung der Vitalkapazität führen, welche erhöhte und länger dauernde Anforderungen an den Atemapparat stellen, zugleich aber die vollste Entwicklung der einzelnen Atemphasen gewährleisten. Die Bedingungen, die Analogieschlüsse für den Entstehungsmechanismus des bestimmten Atmungstypus, wie in W. R. Hess im Tier-

versuch nachweisen konnte, erlauben, sind bei der Sportbetätigung reichlich gegeben.

Die Bedeutung der grösseren Lungenentfaltung für den Gesundheitszustand, z. B. als Schutz gegen die Tuberkulose usw., wird in der medizinischen Literatur immer wieder betont — auf ihre Bedeutung für die gesamte Entwicklung der Innenorgane weist besonders Kaup hin.

Dass schwere sportliche Leistungen, besonders von Nichtgeübten ausgeführt, durch Pressung zu Schädigungen der elastischen Lungenelemente führen können, ist öfter behauptet worden, doch ist die Frage, inwiefern durch den Sport ein Emphysem herbeigeführt wird, noch nicht abgeschlossen. Herxheimer kommt auf Grund seiner mit Hahn und Brose ausgeführten Untersuchungen bei älteren Sportsleuten, bei denen er keine Emphysem vorfand, zu dem Ergebnis, dass es sich also nicht um Dauererscheinungen handle. Dass das konstitutionelle Moment beim Zustandekommen eines Emphysems eine ausschlaggebende Rolle spielt, ist eine bekannte klinische Erfahrungstatsache.

VI. Sport und Blut.

a) Sport und Blutbild,
b) Sport und Komplementgehalt.

a) So wichtig die Veränderungen der Zusammensetzung der Zellelemente des Blutes in der klinischen Diagnostik sind, da oft nur auf Grund des Blutbildes die Diagnose gestellt werden kann, wie konstant sich auch das Blutbild je nach dem Stadium des Verlaufes einer Infektionskrankheit, bzw. deren Schwere verändert, so sind wir trotz einer grossen Literatur, die sich mit ähnlichen konstanten Blutveränderungen je nach dem Grade der Leistung (Egoroff), bzw. Erholung (During) bei körperlicher Arbeit und Sport befasst, nicht in der Lage, diese Veränderungen, ausgehend von einer einheitlichen Auffassung, zu beurteilen.

Im Zusammenhange mit unserem Thema wollen wir nur einen kurzen Überblick über die Ergebnisse der Untersuchungen wiedergeben.

Die Abweichungen der Befunde des roten Zellsystems bei trainierten Sportsleuten gehen in zwei Richtungen: die Erythrozytenzahl ist leicht erhöht, trotzdem ist die Haemoglobinmenge in 100 ccm Blut deutlich herabgesetzt (Thörner), was auf eine relative Vermehrung der jugendlichen Erythrozyten zurückgeführt wird (Schenk). Zugleich besteht eine etwas erhöhte Resistenz der Erythrozyten gegenüber Salzlösungen.

Ausgesprochener sind die Erscheinungen, die bezüglich des weissen Blutbildes bei Sportsleuten gefunden werden.

Die Zählungen gleich nach der Arbeitsleistung zeigen eine deutliche quantitative Änderung des weissen Blutbildes, die sich je nach dem Grade der Anstrengung (Egoroff), bzw. im Verlaufe der Ruhe umgestaltet. Als »Initialschwankung« (During) wird eine Zunahme der Lymphozyten und eosinophylen Leukozyten bezeichnet. Bei zunehmender Intensität und Dauer der Muskelarbeit, besonders bei erschöpfender Arbeit, wird das Bild der Initialschwankung verdrängt von einer neutrophylen Hyperleukozytose, wobei es zu einer Linksverschiebung in verschieden hohem Ausmass kommen kann. Der Grad dieser Linksverschiebung, die auch im Sinne der »regenerativen Phase« aufgefasst wird (Egoroff), geht mit der Höhe der Anstrengung parallel. Bei Einzelfällen, die bis zu 52% Jugendformen aufwiesen, und die mit schwersten Überanstrengungserscheinungen einhergingen, so dass der Wettkampf abgebrochen werden musste, und bei denen das Blutbild im Verlaufe von 24 Stunden noch nicht den Ausgangswert erreichte, soll es sich nach Grawitz und Egoroff um eine »myogene Intoxication des blutbildenden Gewebes« handeln.

Der letztere konnte auch zeigen, dass beim Trainierten eine viel grössere Anstrengung nötig ist, bis die lymphozytäre Phase, welche auch als Initialschwankung bezeichnet wird, der »regenerativen« oder gar »degenerativen Phase« (Abfall der Leukozytose im Sinne des Versagens des haematogenen Apparates) weicht. Mit Schilling und Egoroff sieht

Thörner eine hohe Lymphozytenzahl im Trainingsblut als ein günstiges Zeichen an.

Mit der Bemerkung, dass nach Thörner »im Blutbild ausgeruhter trainierter Menschen restliche Nachwirkungen der letztvorhergegangenen Anstrengung und kompensatorische Vorgänge nebeneinander ausgeprägt« zu finden sind, geben wir einen Teil einer Tabelle aus Thörners »Untersuchung an Olympiakämpfern in Amsterdam« wieder.

Vergleichende Darstellung des Trainingsblutbildes Trainierter, weniger Trainierter und völlig Untrainierter (vgl. Thörner).

	Rotes Blutbild				Weisses Blutbild						
	Eryth. in Mill in mm³	Haemogl. in %	Hb/E	Resistenz in Na Cl	Bas. %	Eos.	Stab-k.	Seg-m. k.	Lym-ph.	Mo-noc.	Fälle
Normalwerte nach Bürker u. Schilling	5,00	15,00	30,0	0,455	0,5	3,0	4,0	63,0	23,0	6,9	
Mittelwerte der Olympiakämpfer	5,24	14,42	27,7	0,436	0,6	3,7	10,8	47,0	30,5	7,9	42
Mittelwerte trainierter Studenten in Bonn	5,00	14,20	28,3	0,425	0,8	3,8	8,9	49,7	27,1	8,6	8
Mittelwerte untrainierter Studenten in Bonn	5,36	15,70	29,5	0,445	0,5	3,1	6,8	56,0	25,7	7,7	8

b) Huntenmueller hat vor einigen Jahren zur Messung des Alexin-Gehaltes eine Mikromethode ausgearbeitet, die es ermöglicht, mit Hilfe einiger aus dem Ohrläppchen entnommener Blutstropfen den jeweiligen Alexin-Gehalt eines Menschen zu bestimmen. Unter »Alexin« ist das zu verstehen, was Ehrlich mit Komplement bezeichnet hat, ebenso benutzt Huntenmuellers Mikromethode als Test das bei der Wassermann-Reaktion gebräuchliche haemolytische System.

Auf Grund vieler Untersuchungen ist Huntenmueller zum Ergebnis gekommen, dass der Komplementgehalt beim gesunden Menschen nur innerhalb geringer Grenzen schwankt, während er beim Kranken auf das 4—5fache herabgesetzt ist. Bei sportlich Tätigen erweist sich der Komplement-Gehalt etwas erhöht, ebenso konnte bei einem weissen Kaninchen, welches subnormale Alexinwerte aufwies, durch Training, welches aber nicht bis zur Erschöpfung getrieben wurde, die Norm erreicht werden.

Die weiteren Ergebnisse vergleichender Messungen bei Sportsleuten vor und nach der Leistung lassen sich kurzgefasst folgendermassen wiedergeben:

Der Komplementgehalt ist bei trainierten Sportsleuten nach der selbst kurze Zeit dauernden (z. B. 400 m-Lauf) Leistung oft deutlich herab-

gesetzt, während auch grössere Leistungen (z. B. 15 km-Gepäcksmarsch) von Ungeübten ausgeführt, kaum bemerkenswerte Herabsetzungen verursachen. Huntenmueller deutet diesen Befund so, dass bei nicht- oder wenig trainierten das subjektive Ermüdungsgefühl auch die Arbeitsleistung steuert, wodurch sie im Bereiche ihrer natürlichen Leistungsfähigkeit bleiben, während gut trainierte Sportsleute »vermöge ihrer Willenskraft über ihre physiologische Leistungsfähigkeit hinausgehen und ihre Reservekräfte aufbrauchen«. Die Rückkehr zu den Normalwerten erfolgt verschieden schnell, bei einzelnen Teilnehmern der Olympischen Spiele in Amsterdam wurden sie erst nach einigen Tagen erreicht. Bei vielen Teilnehmern blieben selbst nach schwersten Leistungen (z. B. Marathonlauf) die Komplement-Werte normal. Auch sollen Zusammenhänge zwischen den subjektiven und objektiven Ermüdungserscheinungen und dem Alexingehalt nachweisbar sein. Anderseits liesse sich auf Grund der Verminderung des Alexingehaltes ein Übertraining schon nachweisen, wenn sonstige Erscheinungen des Übertrainings nicht vorhanden sind.

Huntenmueller bringt die bei hochtrainierten Sportlern anzutreffende grosse Anfälligkeit auf Erkältungskrankheiten, Furunkulose usw. in kausalen Zusammenhang mit der »Herabsetzung der normalen Widerstandskräfte«, deren Vorhandensein quantitativ auf Grund der Komplementmengenmessung bestimmbar sei.

In letzter Zeit sind (vergl. Jokl) gegen die Berechtigung, aus dem jeweilig angetroffenen Komplementgehalt eines Sportmannes sowohl bezüglich seiner sportlichen Form als auch des jeweiligen Immunitätszustandes Schlussfolgerungen zu ziehen, Einwände erhoben worden (vgl. auch Flügge).

Da also das ursächliche Zusammengehen zwischen »Abwehrkräften des Körpers« und dem jeweiligen Alexingehalt nicht einwandfrei feststeht, können wir auch die uns gestellte Frage über die Beeinflussung des Komplementgehaltes des Serums durch den Sport nur mit Vorbehalt im Sinne Huntenmuellers beantworten.

VII. Zusammenfassung.
Zur Frage der »Vagotonie« der Sportsleute.

In den vorhergehenden Abschnitten haben wir die Veränderungen, die der Sport an einzelnen Organen hervorruft, einer näheren Betrachtung unterzogen. Die Veränderungen, die wir vorfanden, lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Erstens in solche, bei denen die morphologischen Änderungen in den Vordergrund treten; hierher gehören die Niere und der Bewegungsapparat.

Bei der Niere konnten wir die Schädigung des Organes durch Sport beweisend ablehnen. Bezüglich des Bewegungsapparates haben wir auf die kausalen Zusammenhänge zwischen Sportausübung und den Schäden am Bewegungsapparat hingewiesen; auf Grund der bisher gemachten Untersuchungen ist es aber weder möglich, den Prozentsatz an Schädigungen, die mit der Ausübung einer Sportart im engeren Verhältnis stehen, zu bestimmen, noch diesen Prozentsatz zu unterteilen im Sinne der Sportschäden durch »überphysiologische Beanspruchung« (Baetzner) und die traumatisch bedingten Sportschäden.

Die Veränderungen, die wir an der zweiten Gruppe von Organen antrafen, sind funktioneller Natur. Wir haben diese Veränderungen, wie sie sich im Verhalten des Blutdruckes und der Pulszahl, der Vitalkapazität und des Atmungstypus äussern, einer eingehenden Analyse unterzogen und sie ihrem Effekt nach als Umstellung des Organismus auf ein erhöhtes Arbeitsleistungsniveau unter Verfolgung eines durch Training verfeinerten Ökonomieprinzipes gewertet.

Da sich Symptome wie Bradycardie, Hypotonie, Bradypnoe, Lymphozytose auch bei Menschen finden, die in Bezug auf das vegetative Nervensystem labil sind und sich die ersten drei Symptome durch künstliche Reizung des Vagus unmittelbar hervorrufen lassen, anderseits aber Herxheimer gerade bei Hochtrainierten oft Neigung zu leichtem Schwitzen, Dermographismus, Steigerung der elektrischen Erregbarkeit, positives Facialisphaenomen, Neigung zu kalten Händen und Füssen, antraf, fand nicht nur die Anschauung, dass es sich bei trainierten Sportsleuten um eine Umstellung des vegetativen Systemes im Sinne eines Überwiegens des Parasympathicus handelt, sondern auch der Begriff der »Vagotonie« der Sportsleute Einlass in die Sportmedizin. Abgesehen davon, dass G. v. Bergmann die Begriffe der »Sympathicotonie« und »Vagotonie« ablehnt, da »nicht ein einziger Fall von reiner Vagotonie oder Sympathicotonie jemals festgestellt wurde« und es sich immer nur um Mischformen handelt, die er als »vegetativ Stigmatisierte« bezeichnet, wäre es also nötig festzustellen, ob die ökonomischere funktionelle Umstimmung im kausalen Zusammenhange steht und somit mehr oder weniger Hand in Hand geht mit einer Störung des vegetativen Gleichgewichtes.

Mit den Tatsachen, dass experimentell durch Kalium eine aktive Erweiterung des Herzens, Senkung des Blutdruckes und langsamer Puls, also

Symptome, wie wir sie als funktionelle Veränderungen an Sportsleuten festgestellt haben, jederzeit erzeugt werden können und bei eifrigen Sportsleuten (ebenso wie bei Kindern und Erwachsenen mit idiopathischer Tetanie) ein erhöhter Kaliumblutspiegel gefunden wird, was nach Embden auf eine erhöhte Quellungsdurchlässigkeit der Muskelfasergrenzschicht (Sarkoplasma) zurückzuführen ist, brachte Schenk den Mechanismus des Überwiegens des Parasympathicus bei trainierten Sportlern in Zusammenhang. Einen zweiten ursächlichen Zusammenhang sieht Schenk in der der »Leistungsacidose« folgenden »Überkompensationsalkalose« in der Ruhe. Während Säurezufuhr »sympathicomimetisch«, im Sinne des Sympathicusübergewichtes wird, beeinflusst die Alkalinisierung des Körpers das vegetative System im Sinne des Überwiegens des Parasympathicus. Herxheimer schränkt diese zweite Schlussfolgerung ein, weil es sich bei Sportsleuten wohl um eine Vermehrung der Alkalireserven handle, es komme aber nicht zu einer pH-Verschiebung im Blute, weil die CO_2-Spannung entsprechend zunimmt. Obwohl Zondek auf die Beeinflussung des vegetativen Nervensystems durch Elektrolyte hingewiesen hat, ist die Frage des ursächlichen Zusammenhanges der Kalium-Blutspiegelveränderung, bzw. der Überkompensationsalkalose, wie sie bei Sportsleuten gefunden werden, auf Grund deren auch Schenk das Überwiegen des parasympathischen Systems in Beziehung zu setzen sucht, noch sehr ungeklärt; nach v. Bergmann kann z. B. ein erhöhter Kalziumblutspiegel nichts genaueres aussagen über den tatsächlichen Gehalt der Zellen an Kalzium.

Vom theoretischen Standpunkte aus können wir also dieser Frage noch nicht näherkommen. Es bleibt eine zweite Möglichkeit übrig, zu untersuchen, ob wir die funktionellen Änderungen, die wir im Sinne einer verfeinerten Ökonomisierung gedeutet haben, als Zustandsänderung des vegetativen Systems mit einer gleichzeitig auftretenden Störung des sympathisch-parasympathischen Gleichgewichtes auffassen müssen. Sie besteht darin, dass wir statistisch erfassen, ob und in welchem Prozentsatz bei trainierten Sportsleuten, die Bradycardie, oder Hypotonie oder Bradypnoe aufweisen, die klinisch angewandten Methoden zur Bestimmung der »vegetativen Stigmata« positiv ausfallen.

Leider konnten wir in der einschlägigen Literatur nur eine diesbezüglich von Herxheimer gemachte Untersuchung auffinden. Er untersuchte 76 guttrainierte Sportsleute, die im Durchschnitt eine Bradycardie von 63 aufwiesen. Als Testproben wandte er die Atropininjektion, den Aschner'schen Bulbusdruckversuch, sowie das Verhalten in Bezug auf kalte oder feuchte Hände, Schweissfüsse, kalte Füsse, Neigung zu sonstiger starker Schweissekretion, Dermographie, leichter Tränensekretion, Häufung von Pollutionen, an. Waren vier von den angeführten Symptomen vorhanden, so wurde für den Betreffenden »Vagotonie« angenommen. Auf diese Art fand er bei ungefähr 30% der Fälle »Vagotonie«.

Für unsere Fragestellung sind in erster Linie Herxheimers Schlussfolgerungen wichtig: H. fand, dass Bradycardie bei Sportsleuten auch ohne sonstige »vagotonische« Symptome vorkommt und dass die Vagotonie bei Sportsleuten nicht notwendig mit Bradycardie verbunden ist! Es sei also die Ursache für die Bradycardie nicht im Nervensystem als solchem, sondern im Herzen zu suchen.

Dieses einmalige Untersuchungsergebnis erlaubt zwar keine weitgehenderen Schlussfolgerungen, doch zeigt es deutlich, dass die funktionellen Änderungen beim trainierten Sportsmann, wie sie sich z. B. durch

die Bradycardie äussern, zwar in den funktionellen Wirkungsbereich des Parasympathicus gehören und somit als relatives Überwiegen des Parasympathicus gedeutet werden können, jedoch von Störungen des vegetativen Gleichgewichtes, die als »Vagotonie«, bzw. »vegetative Stigmatisierung« in Erscheinung treten, zu trennen sind! Eine endgültige Beantwortung dieser Frage ist aber heute noch nicht möglich.

Dass auch sonst das Verhältnis von Sympathicus und Parasympathicus nicht auf prinzipieller Gegensätzlichkeit beruht, sondern die Funktion des einen an das Vorhandensein des anderen gebunden ist, geht aus der Rolle, die sie im Stoffwechsel spielen, hervor. (Näheres siehe Isaac und Siegel.) Letztere sprechen vom »dissimilatorischen symphatischen System« und beziehen in den erweiterten Begriff auch die angeschlossenen Inkretdrüsen, vor allem Schilddrüse und Nebenniere ein, und unterscheiden davon das »assimilatorische vagische System«, wozu sie auch den Inselapparat des Pankreas rechnen.

Hess sieht das »vegetative System« nach zwei Seiten in der Innenweltsregulation arbeiten: »Auf der einen Seite stellt es Bedingungen her, die die Zellelemente zur Entfaltung aktueller Energie befähigen. Auf der anderen Seite wird durch die Tätigkeit des vegetativen Systems vorgesorgt, dass das in der Energieentladung verbrauchte Material als Träger der potenziellen Energie restituiert werden kann. Diese Unterschiede spiegeln sich im gegenseitigen Verhältnis einzelner Organe wieder, das in gewisser Hinsicht antagonistischen Charakter annehmen kann. Es ist naheliegend, diese Tatsache mit der Feststellung in Verbindung zu bringen, dass in der Organisation des vegetativen Nervensystems zweierlei Innervationsqualitäten mit antagonistischer Wirkungsweise bestehen. Die nähere Überprüfung lässt keinen Zweifel darüber aufkommen, dass mit diesem Gedanken der Kernpunkt in der Unterscheidung zwischen Sympathicus und Parasympathicus getroffen ist. Dem Sympathicus fällt nämlich mit grosser Konsequenz die Aufgabe zu, die Entfaltung aktueller Energie zu fördern. Der Parasympathicus ist dagegen der auf längere Sicht arbeitende Apparat zur Restituierung und Erhaltung der potenziellen Leistungsfähigkeit.«

Mit dieser Wertung der Rollen des Sympathicus und Parasympathicus für den Ablauf des biologischen Geschehens im Organismus stehen die Veränderungen funktioneller Natur, die wir in den vorangehenden Abschnitten geschildert haben, in völligem Einklang.

Literaturverzeichnis.

Ackermann: Über den Einfluss des Rudertrainings auf die Lungenventilation, auf das Herz und Blutbild. Z. f. klin. Med., Bd. 106, S. 244.

A. Arnold: Der Einfluss der Leibesübungen auf den wachsenden und erwachsenen Körper, Klin. W. 1932, S. 662.

A. Arnold und Wunderlich: Elastometrische Untersuchungen an Sportsleuten, Klin. W. 1932, S. 768.

B. Aschner und Engelmann: Konstitutionspathologie in der Orthopädie.

Aschner: Die Krise der Medizin.

Aschoff: »Die anatomischen Grundlagen der Lehre von der Herzvergrösserung und der muskulären Herzschwäche« in Verh. Bericht der Sportärztetagung 4.

Askanazy: Die Entzündung, i. Handb. der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. 13, 1929.

Bach: Leitfaden zu anthopom. Sporttypenuntersuchungen und deren statistischer Auswertung.

W. Baetzner: Sportschäden am Bewegungsapparat, Urban u. Schwarzenberg, Berlin 1927.

Barath: Blutdruckstudien am alternden Menschen. Zsch. f. d. ges. exp. Med., Bd. 54, S. 58.

E. Bauer: Einführung in die Vererbungslehre, Berlin 1930.

J. Bauer: Die konstitutionelle Disposition zu inneren Krankheiten. Jul. Springer, Berlin 1920.

K. B. Bauer: Konstitutions- und Individualbiologie der Stützgewebe in Biologie der Person (Brugsch).

G. v. Bergmann: Funktionelle Pathologie des vegetativen Nervensystems in Handb. d. inneren Medizin 5, 2.

G. v. Bergmann: Funktionelle Pathologie des vegetativen Nervensystems in Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie 16.

Berljand und Weinstein: Hypertension und Inspiration von reinem O_2, Münch. med. W. 1931, S. 1468.

Bier: Vorlesung Chirurgischer Klinik, Wi-S. 1930/31.

A. Bjure: Cause d'albuminurie, Ref. Zbl. d. ges. inn. Med. 47/357.

Bluhm: Über exogene Keimschädigungen, Münch. m. W., 1930, S. 1596.

L. Borchardt: Klinische Konstitutionslehre.

Borchardt: Konstitution und innere Sekretion.

Bramwell und Ellis: Clinical Observations on Olympic Athlets in Erg. sportärztl. Untersuchungen bei den olympischen Spielen, Amsterdam 1928.

Bruns: Muskelarbeit und Herzgrösse, in Verh. Bericht über die 4. Sportärztetagung.

Brugsch-Lewy: Biologie der Person. Ein Handbuch der allgemeinen und speziellen Konstitutionslehre.

Brunn: Ein Beitrag zur Frage: Menstruation und Leibesübungen, Münch. m. W. 1931, S. 1913.

Bürger und Petersen: Die Pressdruckprobe als Herzleistungsprüfung in Erg. der sportärztl. Untersuchungen, Olympiade Amsterdam.

Buytendijk: Ergebnisse der sportärztlichen Untersuchungen bei den Olympischen Spielen in Amsterdam 1928, Berlin, J. Springer 1929.

Campball, Argryll and Webster: Effect of severe muscular work on composition of the urine. Raf. Roma 1922, Bd. 14, S. 106.

W. B. Cannon: Die Notfallsfunktionen des sympathico-adrenalen Systems, in Ergebnisse der Physiologie 1928.

Cronfeld: Das Sexualsystem in individual- und konstitutionsbiologischer Hinsicht, in Biologie der Person (Brugsch).

Curtius: Organminderwertigkeit und Erbanlage, Klin. W. 1932.

Deutsch: Die Herzgrössenschwankungen, speziell die deminutio cordis, unmittelbar nach sportlichen Leistungen in Ergebn. der sportärztl. Untersuchungen bei den Olympischen Spielen in Amsterdam 1928.
Deutsch: Diagnose des Sportherzens, Wien. Klin. W. 1930, S. 53.
Deutsch: Prophylaxe und Therapie des Sportherzens, Wien. Klin. W. 1930.
Deutsch und Hermann: Die Funktion der Leber bei sportlichen Dauerleistungen, Klin. W. 1932.
Deutsch und Kauf: Herz und Sport, Urban u. Schwarzenberg 1924.
Domarus: Grundriss der inneren Medizin.
Dünzer und Hellendall: Einwirkung der Leibesübungen auf weibliche Konstitution, Geburt und Menstruation, Münch. m. W. 1929, S. 1835.
During: Über die physiologischen Wirkungen des Höhenklimas, in Sportärztetagung 7.
During: Theorie der Ermüdung in Atzler: Körper und Arbeit.
During: Über die physiologischen Wirkungen des Höhenklimas, in Verhandlungsbericht über die 7. Sportärztetagung.
During: Über die physiologischen Grundlagen der Atemübungen, in Wien. Kl. W. 1931, S. 6. und S. 46.
Dybowska und Dybowsky: Anthropologische Untersuchungen an Teilnehmern der IX. Olympiade, Amsterdam, in Ergebn. der Olymp. 1928.

Ebbecke: Sport und Gefässe in Sportärztetagung 2.
Egoroff: Z. f. klin. Med. 100 (1924), 104 (1926).
Ernst und Wissemann: Der Einfluss sportlicher Leistungen auf den Blutdruck, Veröffentl. aus d. Gebiet d. Heeres-Sanitätswesens 1925, H. 78.
Ewig: Kritik sportärztlicher Untersuchungsmethoden in Sportärztetagung.
Ewig und Hinsberg: Kreislauf im Hochgebirge, Z. f. kl. M. 1931, Bd. 115, S. 732.
Ewig: Worauf beruhen die Herzvergrösserungen im sportlichen Trainingszustand? Verhandlungsbericht über die 4. Sportärztetagung.

Fahr: Pathologische Anatomie des Morbus Brighti, in Handbuch d. spez. path. Anat. und Histologie (Henke-Lubarsch).
Fischer, Henry Martin: Kolloidchemie der Wasserbindung, Steinkopff, Dresden, Leipzig 1927.
Fleisch: Venomotorenzentrum und Venenreflexe, Pflug. Arch. 1931, B. 226, S. 393.
Flügge: Grundriss der Hygiene, 10. Aufl., Jul. Springer, Bln. 1927.
Förster: Über Marschhämoglubinurie, Münchn. m. W. 1919.
Frenkel-Tissot: Zur Frage der sportlichen Albuminurie, besonders bei Skiläufern, Z. f. klin. Mediz. 1920.
Frey: Das Wachstum nach konstanten Proportionen, Klin. W. 1930, S. 1877.
Friedrich: Die Wirkungen des Lichtes auf den menschl. Organismus in Sportärztetagung 8.

Gaisböck: Über das Verhalten des weissen Blutbildes nach körperlicher Arbeit und seine praktische Bedeutung, Wien. klin. W. 1929, S. 1309.
Gaisböck: Zur ärztlichen Beurteilung der Körperverfassung nach Wettläufen, Wien. kl. W. 1931, S. 872.
Gersbach: Die Ergebnisse sportbiologischer Untersuchungen bei der I. internationalen Arbeiterolympiade Frankfurt/Main 1927.
Goldner, Herxheimer, Kost: Veränderungen im Komplement-Gehalt des Blutes nach maximaler Muskelarbeit, Z. f. Klin. Med. B. 1/3, S. 355, 1930.
Gollwitzer-Meyer und Schulte: Der Einfluss der Sinusnerven auf Venensystem und Herzminutenvolumen in Pflug. Arch, Bd. 229, 1932.
Gottstein: Der Energieverbrauch des Kindes bei Muskelarbeit in Sportärztetagung 6.
Grote: Die Bedeutung von Konstitution und Kondition für die Therapie, in Handb. der prakt. Therapie, Bd. 1.
H. Günther: Grundprobleme der Konstitutionsforschung in Würzb. Abhandlg. aus dem Gesamtgebiet der Medizin, Bd. 26.

Hadenfeldt: Sportschädigungen in Sportärztetagung 3.
Handowsky: Grundbegriffe der Kolloidchemie.
Hartmann: Über den Einfluss der Muskelarbeit auf die Harnsäure- und Phosphorsäureausscheidung, Pflüger 1924, Bd. 204, S. 613.
Haug und Jaenisch: Über experimentell erzeugte Veränderungen der Herzgrösse beim Menschen, Z. f. klin. Med. 1930.
Heiss: Röntgenologische Gelenkuntersuchungen an Olympiakämpfern, in Ergebn. d. sportärztl. Unters. bei den Olymp. Spielen, Amsterdam 1928.

Heymans: Über die nervös-reflektorischen Beziehungen zwischen Blutkreislauf und Atmung, Wien. kl. W. 1931, S. 693.
Herbst: Der Energieverbrauch bei sportlichen Leistungen in Sportärztetagung 6.
Herbst: Sport und Arbeit, in Atzler: Körper und Arbeit.
Hermansdorfer: Einflüsse der Ernährung auf die Gewebszusammensetzung, Münch. m. W. 1931, S. 71.
Herxheimer: Die Erscheinungen des Trainings und Übertrainings, in Verh. Ber. über die 6. Sportärztetagung.
Herxheimer: Das Herz und die körperl. Arbeit, Klin. W. 1932, S. 89.
Herxheimer: Dauerwirkung harter Muskelarbeit auf Organe und Funktionen, in Handb. d. norm. u. path. Physiologie, Bd. 15, 1, 1930.
Herxheimer: Zur Bradycardie der Sportsleute, Münch. m. W., 1921, S. 1515.
Herxheimer: Untersuchungen über die Änderung der Herzgrösse unter dem Einfluss bestimmter Sportarten, in Ergebnisse sportärztl. Untersuchungen b. d. Olymp. Spielen, Amsterdam.
Herxheimer: Untersuchungen über die Änderung der Herzgrösse unter dem Einfluss bestimmter Sportarten, Z. f. klin. Med. 1928.
Herxheimer, Hahn, Brose: Diskussionsbemerkg., 3. Sportärztetagung.
Herxheimer und Kost: Das Verhältnis von O_2-Aufnahme und CO_2-Ausscheidung zur Ventilation bei harter Muskelarbeit, Z. f. klin. Med. Bd. 108, S. 240.
W. R. Hess: Die Regulierung der Atmung, Verlag Thieme, Leipzig 1931.
W. R. Hess: Kritik der Hering Breuer'schen Lehre von der Selbsteuerung der Atmung, in Pflüg. Arch. 226/198, 1930.
W. R. Hess: Die Regulierung des Blutkreislaufes, Verlag Thieme, Leipzig 1930.
Hörtnagel: Über das Verhalten des Pulses bei Erstbesteigungen in den Bergen von Bolivien, Wien. Kl. W., 1930, S. 774.
Hofbauer: Schädliche Wirkungen der Atemübungen, Wien. kl. W. 1929, S. 181.
Hoff: Über die Wirkung von Hautreizen und Massage, Münch. m. W., 1931, S. 314 u. 350.
H. Hoffmann: Die individuelle Entwicklungskurve des Menschen, J. Springer, Berlin 1922.
Hoske: In Diskussion bei Sportärztetagung 7.
Hug: Die Herzgrössenverhältnisse und Zwerchfellfunktionen der olympischen Ski- und Eishockeymannschaften im Röntgenbild, in Sportärztl. Ergebnisse der Olymp. Wintersp. 1928.
Huntenmueller: Der Einfluss sportlicher Leistungen auf die Abwehrkräfte (Alexine) im Blutserum, Schweiz. m. W. 1931, S. 915.
Huntenmueller: Körperliche Höchstleistungen und normale Winderstandskräfte in: Ergebn. sportärztl. Untersuchungen bei den olympischen Spielen Amsterdam.
Huntenmueller: Der Einfluss der körperl. Höchstleistungen auf die inneren Widerstandskräfte im Blut in: Ergebn. sportärztl. Unters. bei den olympischen Winterspielen.

Isaac und Siegel: Regulation des organischen Stoffwechsels durch Nervensystem und Hormone, in Handb. der normalen und path. Phys. Bd. 16, 2.

Jahn: Sauerstoffverbrauch nach der körperlichen Arbeit, Klin. W. 1930, S. 1759.
Jarisch: Muskelarbeit, Kreislauf und Atmung, Ztschr. für ärztl. Fortbildung 1927, S. 766.
Johannsen: Allgemeine Vererbungslehre in Biologie der Person (Brugsch).
Jokl: Serologische Untersuchungen an Sportsleuten, Kl. W. 1932, S. 417.
Jokl: Fragen der Sportmedizin. M. Kl. 1931, S. 339.

Kaup: Bedeutung des Normbegriffes in der Personallehre, in Biologie der Person.
I. Kaup: Die Wirkung der Leibesübungen auf das Körperwachstum in der Pubertätszeit, in Sportärztetagung 5.
Kaup und Fürst: Körperverfassung und Leistungskraft Jugendlicher, Verlag Oldenbourg 1930.
Keiter: Beitrag zu allgemeinen Fragen der postfötalen Entwicklung, Ref. klin. W. 1931, S. 1933.
Kleitman, Nathaniel: Studies on the effect physiology of sleep II. The effect of muscular activity, rest and sleep on the urinary excretion of phosphorus, Ref. Rona 1926, Bd. 34, S. 667.
W. Knoll: Die sportärztlichen Ergebnisse der II. Olympischen Winterspiele in St. Moritz 1928, Verlag P. Haupt, Bern.
W. Knoll: Über äussere und innere Atmung beim Sport in V. B. über die 3. Sportärztetagung.
W. Knoll: Urinuntersuchungen bei den Skiläufern in: Sportärztl. Ergebnisse der olympischen Winterspiele 1928.

W. Knoll: Sportschäden und Sportverletzungen in Schweizer med. W. 1931, S. 905.
Kohlrausch: Die formändernden Einflüsse der Leibesübungen auf den Körper des Erwachsenen, in Verhandlgs. b. d. 5. Sportärztetagung.
Kohlrausch: Zusammenhänge von Körperform und Leistung, in Ergebnisse der sportärztl. Untersuchungen, Olympiade Amsterdam, J. Springer, Berlin 1929.
Kohlrausch: Die Therapie durch Leibesübungen in Sportärztetagung 3.
Kohlrausch: Der Atemtypus bei verschiedenen sportl. Übungen, Münch. m. W. 1921, S. 1515.
Kopsch: Vorlesung über Topographische Anatomie, Wi-Sem. 1931/32.
Kretschmar: Körperbau und Charakter, Berlin 1922.
Kroetz: Allgemeine Physiologie der autonomen nervösen Correlationen, in Handb. d. norm. u. phath. Physiologie, Bd. 16, 2.

Lebzelter: Konstitution und Rasse, in Biologie der Person (Brugsch).
Lederer: Kinderheilkunde (Konstitutionspathologie in den medizin. Spezialwissenschaften J. Bauer), Berlin, J. Springer 1924.
Lenz: Die krankhaften Erbanlagen, in Menschliche Erblichkeitslehre und Rassenhygiene.
Liesegang: Biologische Kolloidalchemie.
Liljestrand and Wilson: The excretion of lactis in vhe urine aftermuscular exercise, Ref. Rona 1926, B. 30, S. 79.
Loewy: Die Atmungsfunktion, in Sportärztl. Ergebnisse der Olympischen Winterspiele 1928.
Loewy: Die therapeutische Bedeutung des Höhenklimas, in Sportärztetagung 7.

Mangold: Kreislauf und Atmung, in Atzler: Körper u. Arbeit.
Mangold: Die Beziehungen der Atmung zum Kreislauf während der Arbeit, Sportärztetagung 4.
Matthias: Entwicklungsrhythmus und Körpererziehung, Verlag Gmelin, München 1926.
Matthias: Erschöpfende Muskelarbeit in untrainiertem und trainiertem Zustande, Pflügers Arch. 1931, B. 227, S. 475.
Marcuse: Ein Beitrag zum Kapitel: Sport und Herz, Ztschrft. f. ärztl. Fortbildung 1927, S. 89.
Mark: Die Nachwirkung kurzdauernder schwerer körperlicher Arbeit, in Ergebn. d. sportärztl. Unters. Olympiade Amsterdam.
Meyer u. Gottlieb: Experiment. Pharmakologie, 4. Aufl.
Moritz: Erkennung und Unterscheidung von Herzdilatation und Herzhypertrophie am Lebenden, in Sportärztetagung 4.
F. Müller-Seifert: Medizinisch-klinische Diagnostik, 25. Auflage.
Mülly: Die Form des Körpers als Ausdruck seiner Funktion, in Ergebnisse der Winterolympiade 1928.

O. Naegeli: Allgemeine Konstitutionslehre in nat. wiss. und mediz. Betrachtung, Springer 1927.

W. Ostwald: Physikalisch-chemische Grundfragen der Homöotherapie 1928.

Posselt: Über die Ursachen der wahren Muskelhypertrophie bei venöser Stauung, Wien. Kl. W. 1931, S. 867.
Pregitzer: Über die Wirkungen des Sportes auf die Funktionen der Organe, Inaug. Diss. Freiburg i. Br.

Rautmann: Die Überanstrengung der Organe des Kreislaufs usw. in Sportärztetagung 4.
Rautmann: Die Erkennung und Behandlung der Herzermüdung und Herzüberanstrengung beim Sport, Schweiz. med. W. 1931, S. 912.
Reichel: Rassenbiologie und Arbeitseignung in Atzler, »Köper und Arbeit«.
Roemheld: Passive Gymnastik als Prophylaxe und Therapie bei Aorten und Coronarerkrankungen, Münch. m. W., 1931, S. 611.
Rössle: Wachstum und Altern, Verlag Bermann, München 1932.
Roth: Über tetanische Erscheinungen bei Erschöpfungszuständen infolge körperlicher Anstrengung, Schweiz. m. W., 1931.

Sauerbruch: Vorlesung »Chirurgische Klinik«, Wintersem. 1931/32.
Schellong: Das Verhalten des diastolischen Blutdruckes nach Körperarbeit und seine klinische Bedeutung. Klin. W., 1930. S. 1341.
Schenk: Die Beeinflussung des Kraftstoffwechsels durch sportliche Arbeit, ihre Begleit- und Folgeerscheinungen, in Ergebn. d. Sportärztetagung 2.

Schenk: Der Marathonläufer, Md. Klin. 1926.
Schenk und Craemer: Der Einfluss schwerer körperlicher Arbeit auf den menschlichen Stoffwechsel, in Ergebnisse der sportärztl. Untersuch. Olympiade Amsterdam 1928.
Schiötz: Massenuntersuchungen über die sportliche Leistungsfähigkeit von Knaben und Mädchen der höheren Schulen, Weidmann, Berlin 1929.
Schlesinger: Die Überlegenheit der Breitgebauten über die Schlanken, Münch. m. W. 1930, S. 1090.
Schmith: Vorkommen von Sportschäden, insbes. bei Ausübung des Laufes als Spezial-Wettkampf-Sport, Schweiz. m. W. 1931, S. 920.
Schmith: Diskussion in Sportärtzetagung 7.
Snapper und Grünbaum: Die Milchsäureausscheidung im Harn und Schweiss bei verschiedenen Sportarten, in Olymp. Amsterdam.
Spitzy: Die Wirkung der Leibesübungen auf das Körperwachstum im Kindesalter, in Sportärztetagung 5.
Sportärztetagung 1, Verlag Lehman, München 1925.
Sportärztetagung 2, Verlag G. Fischer, Jena 1926.
Sportärztetagung 3, Verlag G. Fischer, Jena 1927.
Sportärztetagung 4, Verlag G. Fischer, Jena 1928.
Sportärztetagung 5, Verlag G. Fischer, Jena 1929.
Sportärztetagung 6, Verlag G. Fischer, Jena 1930.
Sportärztetagung 7, Verlag G. Fischer, Jena 1931.
Sportärztetagung 8, Verlag G. Fischer, Jena 1932.
Stapp: Die Vitamine, in Handb. der norm. u. path. Physiologie 1928.
Stieve: Die Bedeutung der erblichen Veranlagung für das Köperwachstum des Menschen, in Verhandlg. Bericht über die 5. Sportärztetagung.
Stöhr: Lehrbuch der Histologie, 19. Auflage.
Straub: Die Dynamik des Herzens, in Handb. d. norm. u. path. Physiologie, Bd. 7, 1.
Strauss: Das Problem der Individualität, in Brugsch. Biol. d. Person.
Stumpf und Fürst: Ergebnisse der Kreislaufuntersuchungen an Jugendlichen, Münch. m. W., 1931, S. 1097.

Theilhaber: Die Bekämpfung der Krankheitsdisposition als Heilmethode.
Thörner: Über die Zellelemente des Blutes im Trainingszustand, in Ergebn. d. sportärztl. Untersuchg. b. d. olymp. Spielen in Amsterdam 1928.
Tinker und Bernstein: Beobachtungen über Veränderungen des Herz-Gefässystems, des Blutes und des Harnes beim Ringen, Ref. I. Z. 1927, B. 44, S. 585.
Traube: Die Kolloidlehre und die Homöopathie.

von Verschuher und Zipperlein: Die erb- und umweltbedingte Variabilität der Herzform, Z. Kl. Med. 1930, Bd. 112, S. 69.
Volhard: Nieren und ableitende Wege, in Handbuch der inneren Medizin (von Mohr und Staehelin).

Wagner: Die Beeinflussung des Druckablaufes im rechten Ventrikel durch die Atmung, Wien. kl. W. 1931, S. 1181.
Weidenreich: Das Evolutionsproblem und der individuelle Gestaltungsanteil am Entwicklungsgeschehen, J. Springer, Berlin 1921.
Weidenreich: Rasse und Körperbau, 1927.
Wilson, Wright, Long, Thompson and Thurlow: Changes in the composition of the urine after muscular exercise, Ref. Rona 1926, B. 35, S. 300.
Wolff: Kriegsunterernährung und Grössenwachstum, Klin. W. 1930, S. 1779.
Wolff: Arbeitslosigkeit und Schulkinderwachstum, Klin. W. 1932.
Worringen: Gang einer sportärztlichen Untersuchung, in Sportärztetagung 2.
Worringen: Leibesübungen und Lungenausbildung in »Die Leibesübungen« 1927, S. 205.

Lebenslauf.

Am 5. Januar 1908 wurde ich in Ljubljana (Jugoslavien) als Sohn des Rechtsanwaltes Dr. Josip Leskovar geboren.

1914—1919 besuchte ich in Maribor (Jugoslavien), wohin mein Vater inzwischen umgesiedelt war, fünf Klassen der Volksschule, anschliessend das humanistische Gymnasium in Maribor, wo ich 1926 das Abitur machte.

Das medizinische Studium begann ich in München (Winter-Sem. 1926/27) und setzte vom 2. Semester an die Studien in Berlin fort. Hier bestand ich 1929 das Physikum und verblieb noch das erste klinische Semester in Berlin. Das zweite klinische Semester war ich in Wien und kehrte dann wieder nach Berlin zurück, wo ich mich nach dem 11. Studiensemester im April 1932 zum Staatsexamen meldete. — Im Verlauf des Examens hatte ich einen schweren Verkehrsunfall, der mich zwang, das Examen für einige Monate zu unterbrechen. Im Dezember 1932 setzte ich das Examen fort um es am 28. Februar 1933

mit mit gutem Erfolg zu beenden.

Berlin, den 2. Februar 1933.